T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MAKİNE TEKNOLOJİSİ

BÜKME KALIPLARI 1

Ankara, 2013

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR iii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ–1 2
1. BÜKME KALIBI TASARLAMA 2
1.1. Bükmenin Sınıflandırılması 2
1.1.1. Bükme 2
1.1.2. Kenar Bükme 3
1.1.3. Katlama ve Kenet Bükme 3
1.1.4. “V” Bükme 4
1.1.5. “U” Bükme 5
1.1.6. Oluklama Bükme 5
1.1.7. Kabartma Bükme 6
1.1.8. Tüp Bükme 6
1.2. Bükme Olayının İncelenmesi 6
1.2.1. Bükme Gerilimleri 7
1.2.2. Bükmeden İleri Gelen Plastik Biçim Değiştirme 7
1.2.3. Tarafsız (Nötr) Eksen 8
1.2.4. Bükme Yarıçapının Belirlenmesi 9
1.2.5. Bükmede Geri Esnemenin Sebepleri ve Çareleri 10
1.2.6. Bükülecek Parçanın Hadde Yönünün Önemi ve Belirlenmesi 13
1.2.7. Bükme Açısının Tespiti 14
1.2.8. Bükme Boşluğun Bulunması 15
1.3. Bükülecek Parçanın Açınım Boyunun Bulunması 15
1.4. Bükme Kuvvetinin Bulunması 18
UYGULAMA FAALİYETİ 23
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 30
ÖĞRENME FAALİYETİ–2 32
2. KALIP İMALAT RESİMLERİNİ ÇİZME 32
2.1. Kalıp Parçaları İmalat Resimlerini Çizme 32
2.1.1. Parçanın Açınımını Çizme 32
2.1.2. Dişi Bükme Plakasını (kalıbını) Çizme 34
2.1.3. Bükme Zımbasını Çizme 35
2.1.4. Kalıp Alt ve Üst Plakalarını Çizme 36
2.1.5. Zımba Tutucu Plakasını Çizme 38
2.1.6. Kılavuz Kolon ve Burçlarını Çizme 39
2.1.7. Kalıp Bağlama Sapını Çizme 39
2.1.8. Yerleştirme (dayama) Elemanlarını Çizme 40
2.1.9. İtici, Çıkarıcı, Sıyırıcı Elemanları Çizme 40
UYGULAMA FAALİYETİ 42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 53
ÖĞRENME FAALİYETİ–3 54
3. KALIP KOMPLE RESİMLERİNİ ÇİZME 54
3.1. Kalıp Komple (montaj) Resmini Çizme 54
3.1.1. Kalıp Üst Grup Görünüşlerini Çizme 54
3.1.2. Kalıp Alt Grup Görünüşlerini Çizme 56
3.1.3. Komple (montaj) Çizimini Numaralandırılma 57

3.1.4. Yazı (antet) Alanını Çizip Doldurma 58
UYGULAMA FAALİYETİ 59
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 65
MODÜL DEĞERLENDİRME 66
CEVAP ANAHTARLARI 68
KAYNAKÇA 69

AÇIKLAMALAR

ALAN	**Makine Teknolojisi**
DAL/MESLEK	**Endüstriyel Kalıp**
MODÜLÜN ADI	**Bükme Kalıpları 1**
MODÜLÜN TANIMI	Bükme kalıpları tasarımlama, kalıp parçalarının imalat ve komple resimlerini çizme becerisini kazandırmaya yönelik öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	Teknik Resim ve Temel İmalat İşlemleri derslerini almış olmak
YETERLİK	Kalıp tasarımını yaparak imalat ve montaj resimlerini çizmek
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç** Bu modül ile gerekli bilgileri alıp uygun ortam sağlandığında tekniğine uygun, bükme kalıp tasarımını yaparak imalat ve montaj resimlerini çizebileceksiniz. **Amaçlar** 1. Üretim tekniğine uygun, bükme kalıp tasarımını yapabileceksiniz. 2. Tekniğine uygun, bükme kalıplarının imalat resimlerini, resim kurallarına uygun çizebileceksiniz. 3. Tekniğine uygun, bükme kalıplarının montaj resimlerini, resim kurallarına uygun çizebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** CAD-CAM laboratuvarı, temel imalat atölyesi, CNC atölyesi **Donanım:** CAD-CAM yazılım programları, Tablolar, çizim araç ve gereçleri, bilgisayar, kalıp imalat resimleri Üniversal tezgâhlar, CNC torna, CNC freze, CNC tel erozyon, bu modül bir birim zaman diliminde anlatım, üç birim zaman diliminde atölyede uygulamalı olarak yapılacaktır.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modülün içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra, verilen ölçme araçlarıyla kazandığınız bilgileri ölçerek kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen, modül sonunda size ölçme aracı (test, çoktan seçmeli, doğru yanlış vb.) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgileri ölçerek değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Gelişmiş ülkelerin ekonomik büyümelerinin temelini sanayileşme oluşturmaktadır. Makine ve takım sanayindeki gelişmeler de her geçen gün rekabeti ve üretimdeki kaliteyi arttırmaktadır. Günümüzde ve gelecekte bu rekabetçi şartlarda devlet olarak var olabilmek, uluslararası her alanda söz sahibi olmak için gerekli olan teknolojiye yatırım yapmalı ve bu teknolojiyi kullanabilmeliyiz.

Kalıpçılık endüstriyel üretim alanlarının vazgeçilmez seri üretim tekniğidir. Bu modülde bükme kalıplarının tasarım, imalat ve komple resimlerinin çizimi konularında temel bilgiler ve uygulamalar verilmiştir. İyi bir kalıpçı veya kalıp tasarımcı olabilmek için önce bu alana ilgili, matematik zekâ ve araştırmacı yapıya sahip olmak gerekir.

Etrafımıza inceleyerek baktığımızda evlerdeki beyaz eşyalardan otomobil parçalarına kadar neredeyse pek çok şeyin tamamının değişik kalıplar ile üretildiğini görmekteyiz. Endüstriyel alanlarda başarılı olmanın yolunun kaliteli, ekonomik ve kısa zamanda istenen üretimi yapabilmekten geçtiğini unutmamalıyız.

Bu modülü tamamladığınızda temel manada bükme kalıplarının tasarımı, parçalarının imalat ve komple resimlerini çizebilme yeteneğini kazanacaksınız. Kalıpçılık zaman içerisinde öğrenilen bilgi ve uygulamaların birikimiyle uzmanlaşılan meslek olup, sabır ve azim gerektirir.

ÖĞRENME FAALİYETİ–1

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda çizim ve üretim ortamında, imalat tekniğine uygun bükme kalıplarının tasarımını yapabilecek, imalat ve montaj resimlerini çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Bir parçanın bükülerek şekillendirilmesi esnasında parçada oluşan değişiklikleri araştırınız.
- Bükme kalıbını oluşturabilmek için kullanılması gereken kalıp elemanlarını araştırınız.
- Bükme kalıpları komple ve imalat resimlerini araştırarak bulduğunuz resimleri sınıfa getirerek arkadaşlarınıza bilgi veriniz.

1. BÜKME KALIBI TASARLAMA

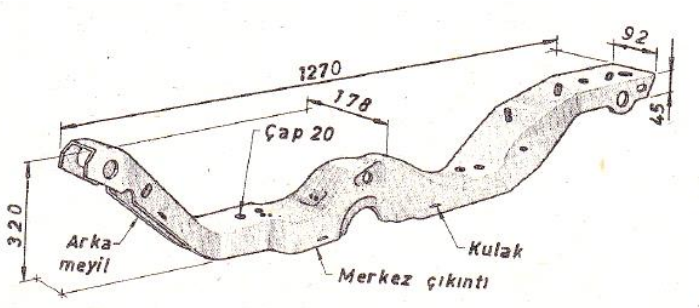
1.1. Bükmenin Sınıflandırılması

Bükme, sac metal malzemelerine şekil verme işlemidir. Biçimlendirme işleminin özelliğine göre bükme kalıplarını aşağıdaki şekilde sınıflandırabiliriz:

- Bükme
- Kenar bükme
- Katlama ve kenet bükme
- "V" bükme
- "U" bükme
- Oluklama bükme
- Kabartma bükme
- Tüp bükme

1.1.1. Bükme

Sac metal malzemeden kesilen parçaya arzu edilen şekli verme ve mukavemet kazandırma amacıyla yapılan kalıplama işlemine bükme denir. Bükme işlemi en çok delinen, boşaltılan veya kanal açılan parçalar üzerindeki bu kısımların şekil değiştirmelerini önlemek için uygulanır. Şekil 1.1'de bükme işlemine tabi tutulmuş bir parça gösterilmektedir.

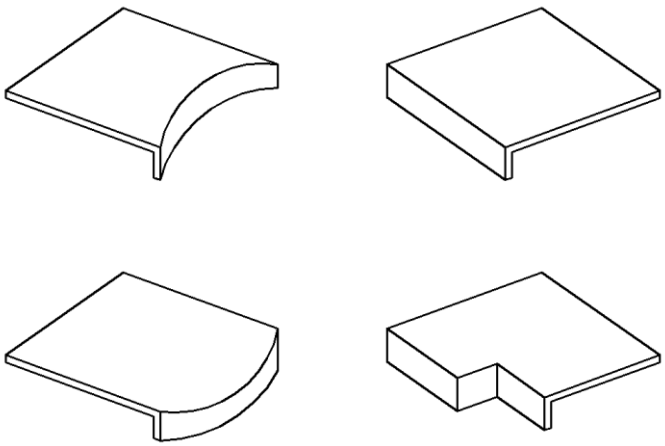


Şekil 1.1: Bükme kalıbıyla üretilmiş otomobil şasesi

1.1.2. Kenar Bükme

Kenar bükmede, bükülen parça veya sac malzemenin bükme boyu uzar ve bu uzama kontrol altına alınamaz (Şekil 1.2). Kenar bükme aşağıdaki amaçlar için yapılır:

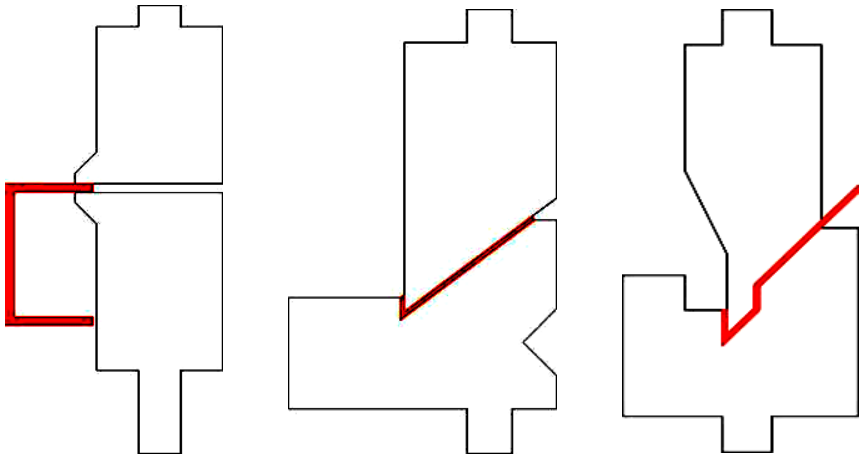
- Kalıplanan parça veya sac malzemenin kenar mukavemetini artırmak,
- Kenar kısımlarda hafif kavis yapmak suretiyle parçanın dış görünüşünü güzelleştirmek,
- Nokta kaynağı veya benzeri birleştirmelerde meydana kaba görünümlü yüzeyin giderilmesi amacıyla yapılır.



Şekil 1.2: Kenar bükme çeşitlerine örnekler

1.1.3. Katlama ve Kenet Bükme

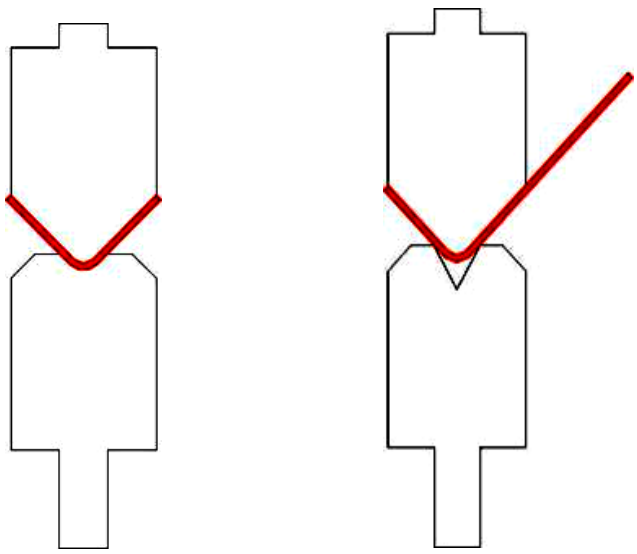
Katlama ve kenet bükme kalıplama işlemleri genellikle giyim eşyası sanayisinde kullanılan sac malzemeden yapılacak makine parçalarına uygulanır. Katlama, sac malzeme ucundaki çapağı giderme ve parçaya dayanım kazandırma amacıyla yapılır. Katlanan uç 180° döndürülür ve birbiri üzerine bindirilir. Kenet bükme ise iki ucu birleştirilecek silindir, kazan ve benzeri parçalara uygulanır.



Şekil 1.3: Katlama ve kenet bükme çeşitlerine örnekler

1.1.4. "V" Bükme

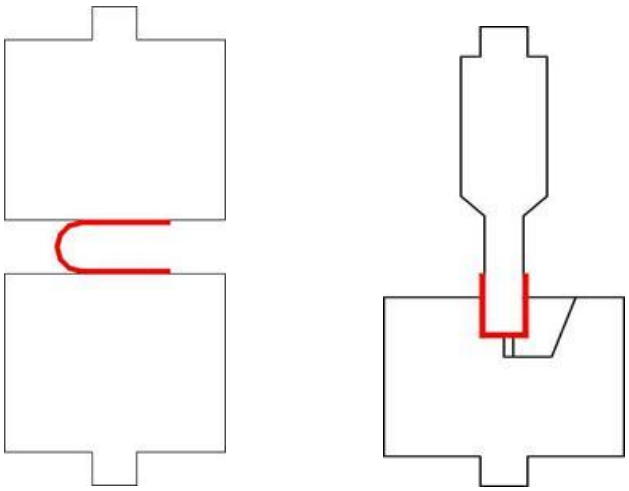
Genellikle 90°lik V-bükme kalıbı en çok kullanılanıdır. Bu tip bükme kalıplarına taban (ezme) bükme kalıpları adı verilir. 90°lik V-bükme kalıbında zımba ucu kavis yarıçapı, sac malzeme kalınlığından az olmamalıdır. Çekme gerilimi yüksek malzemelerin 90°lik V-bükme işleminde, zımba ucu kavis yarıçapı büyük alınır.



Şekil 1.4: "V" bükme

1.1.5. “U” Bükme

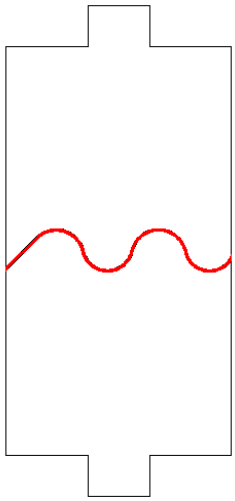
U-Bükme kalıbı kanal bükme kalıbına benzer ancak geri esneme miktarı bu kalıpta daha fazladır. Geri esneme miktarını gidermek için ikinci bir kalıpta U-bükme miktarı arttırılır.



Şekil 1.5: “U” bükme

1.1.6. Oluklama Bükme

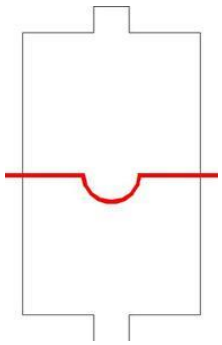
Düz sac levhaların dayanımını artırmak ve biçimlendirildikten sonra şekil değiştirmesini önlemek amacıyla yapılan kalıplama işlemine oluklama bükme denir. En çok duvar panoları, çatı levhaları, hangar, gölgelik ve benzeri yerlerde kullanılan alüminyum ve galvanizli sac levhalara uygulanan kalıplama işlemidir.



Şekil 1.6: Oluklama bükme

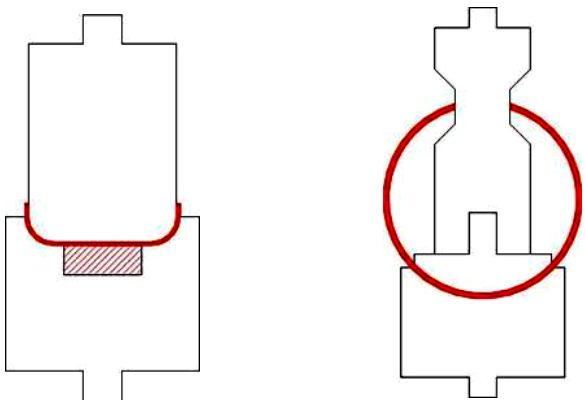
1.1.7. Kabartma Bükme

Kenar, kıvırma, katlama ve benzeri bükme işlemleri genellikle sac malzemelerin uç kısımlarına uygulanır. Kabartma bükme, sac malzemelerin kenar kısımlarından uzak olan yerlerde yapılan çökertme işlemidir. Ayrıca kabartma bükme işlemi, simetrik biçimde kalıplanmayan parça çevresine uygulanır.



Şekil 1.7: Kabartma bükme

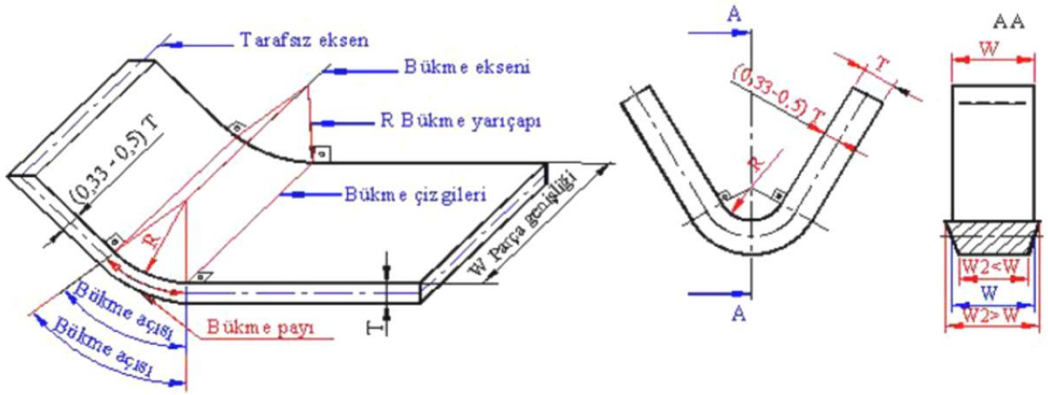
1.1.8. Tüp Bükme



Şekil 1.8: Tüp bükme

1.2. Bükme Olayının İncelenmesi

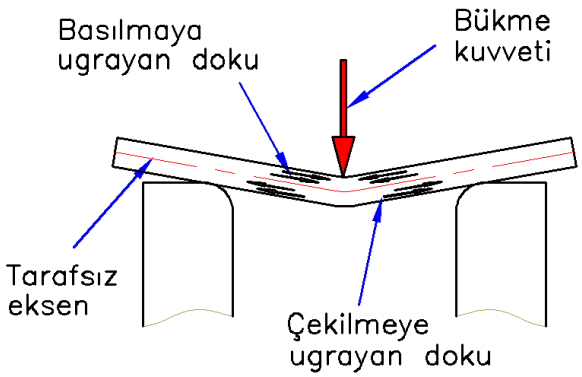
- Bükme işleminde malzeme düz, bükme ekseni etrafında biçimlendirilir. Şekil 1.9'da bükme ile ilgili temel elemanlar görülmektedir.
- Bükme yarıçapı, iş parçasının iç yüzey düzlemlerine çizilen teğetin yarıçapıdır.
- Bükme çizgileri, bükme yarıçapının iç düzlem yüzeylerle temas ettiği noktalarda meydana gelir.
- Bükme çizgilerinde bükme yarıçapı, iç düzlem yüzeylere dikey ya da bükme açısının yarısı kadardır.
- Bükme ekseni, bükme yarıçapının merkezinden geçer.
- Bükme açısı, bükme yarıçapının iki teğet nokta arasını kapsayan açıdır.



Şekil 2.9: Bükmeyle ilgili özellikler

1.2.1. Bükme Gerilimleri

Şekil 1.10'da metal parça üzerine kuvvet uygulandığı zaman, malzemede meydana gelen tipik gerilimler görülmektedir. Kuvvetin uygulanması metal malzemenin bükülmesine (eğilmesine) sebep olurken; iç yüzeyler kısalmaya dış yüzeyler uzamaya çalışır. İç yüzeyle dış yüzey arasında değişime uğramayan tarafsız düzlem vardır. Bu düzlem tarafsız eksen diye de adlandırılır. Tarafsız eksenin iç kısımlarında malzeme basılma, dış kısımlarında uzama gerilmesine maruz kalır.



Şekil 1.10: Uzama ve basma gerilimleri

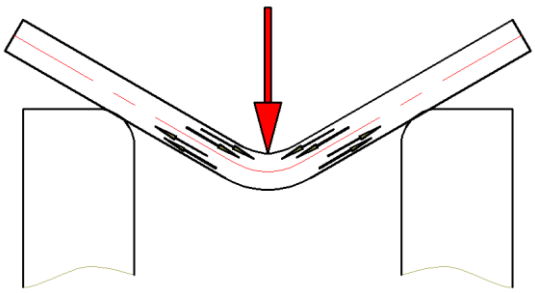
1.2.2. Bükmeden İleri Gelen Plastik Biçim Değiştirme

Metallerin pres kuvveti etkisi ile biçimleri değiştirilebilir. Bununla beraber malzeme hacmi değişmez kabul edilir.(Malzeme hacminde %1 gibi küçük bir değişiklik meydana gelir fakat bu durum ihmal edilir.)Bükülen malzemelerde benzer bir şekilde biçim bozukluğu meydana gelir. Biçim bozukluğu plastik biçim değiştirme olarak adlandırılır. Çünkü bu husus bükme alanı içindeki malzemenin plastik alış özellikleri ile ilgilidir.

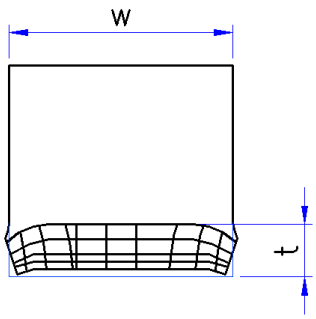
Metal parça üzerine kuvvet uygulamaya devam edilirse Şekil 1.1'de görüldüğü gibi parça eğilmeye uğrar. Bükme olayının olduğu kısımda iç kısım basılma gerilmesine maruz kalırken, kesit alanı artması sebebiyle malzeme genişliği normalden daha fazla hale gelir. Çekilme geriliminin olduğu dış yüzeyde tam tersi durum olur. Çekilmeye uğrayan kısımda malzeme incelir, plastik akma daha çok dış kısımda meydana gelir. Plastik şekil değiştirmede malzeme kalınlığı, bükme açısı ve bükme yarıçapı ölçüsü etkili olur. Bu etkenler, tek tek veya birleşik olarak bükme şiddetine şöyle tesir ederler:

- Malzeme kalınlığının artışı bükme şiddetini artırır.
- Bükme açısının artışı bükme şiddetinin artırır.
- Bükme yarıçapının azaltılması bükme şiddetini artırır.

Malzemenin cinsi bükmede meydana gelen plastik şekil değiştirmenin miktarına tesir eder. Genellikle yumuşak malzemeler, bükme esnasında sert malzemelerden daha az direnç gösterirler.



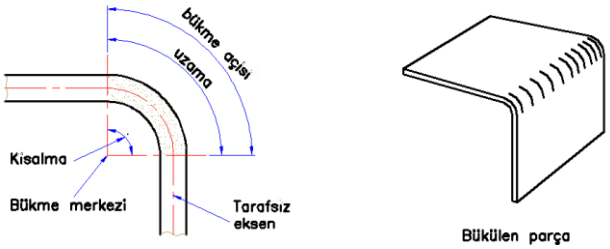
Şekil 1.11: Gerilimlerin yönleri



Şekil 1.12: Bükme işlemi esnasında kesit değişimi

1.2.3. Tarafsız (Nötr) Eksen

Sac malzeme bükmeye zorlandığı zaman dış yüzeylerde çekilme, iç yüzeylerde basılma gerilimleri meydana gelir. Basılma geriliminin bulunduğu yüzeyde kısalma, çekilme geriliminin bulunduğu yüzeyde ise uzama meydana gelir. Basılma ve çekilme gerilimleri arasında kalan ve uzama veya kısalmaya uğramayan eksene, tarafsız eksen denir.



Şekil 1.13: Kalıplanan parça ve tarafsız eksen

1.2.4. Bükme Yarıçapının Belirlenmesi

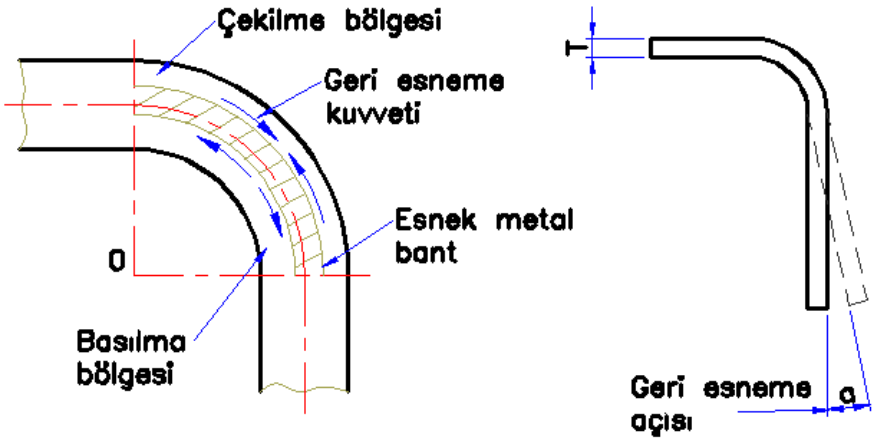
Bükme kavis yarıçapı, sac malzemelerin cinsine ve kalınlığına göre değişmektedir. Genellikle, normal tavlama işlemi görmüş malzemeler için bükme kavis yarıçapı (R_1), sac malzeme kalınlığına eşit alınır. Bazen de bükme kavis yarıçapı sac kalınlığının yarısı (T/2) kadar alınabilir. Kural olarak kalın malzemeler ince malzemelere oranla daha büyük bükme yarıçapını gerektirirler. Yumuşak malzemeler sert malzemelere oranla daha büyük bir bükme yarıçapına ihtiyaç gösterirler. Çok kalın malzemeler için (2 T) veya daha büyük ölçüde bükme yarıçapı alınır. Bükme kavis yarıçapları tablolardan da elde edilebilir.

Malzemenin Cinsi	**Sac Malzeme Kalınlığı (T) mm**											
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	2,5	3	4
	Bükme Kavis Yarıçapı (R_1)mm											
Yumuşak Çelik	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4
Orta Sert Çelik	1	1	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4	6	10
Düşük Alaşımlı Çelik	1,6	1,6	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10
Pirinç	0,6	0,6	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4	6	10
Saf Alüminyum	0,6	0,6	0,6	0,6	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	6
Al Cu Mg 1Pl	0,6	0,6	1	1	1,6	1,6	25	2,5	4	4	6	10
Al Cu Mg F46	1,6	1,6	1,6	2,5	4	4	6	6	10	10	16	16
Al Mg Si F3	1	1	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10
Magnezyum Alaşımları	1,6	1,6	1,6	1,6	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10

Tablo 1.1: Malzeme cinsine ve kalınlığına göre bükme kavis yarıçaplarının en küçük değerleri

1.2.5. Bükmede Geri Esnemenin Sebepleri ve Çareleri

Değişken çekme gerilimi, bükülen parçanın bir miktar geri esnemesine sebep olur. En büyük çekme gerilimi, bükülen parçanın dış yüzeyinde meydana gelir. İç yüzeye doğru çekme, gerilimli azalır ve tarafsız eksen üzerinde sıfır (0) olur. Şekil 1.14'te geri esneme miktarına etki eden (hızlandıran) kuvvet gösterilmektedir.

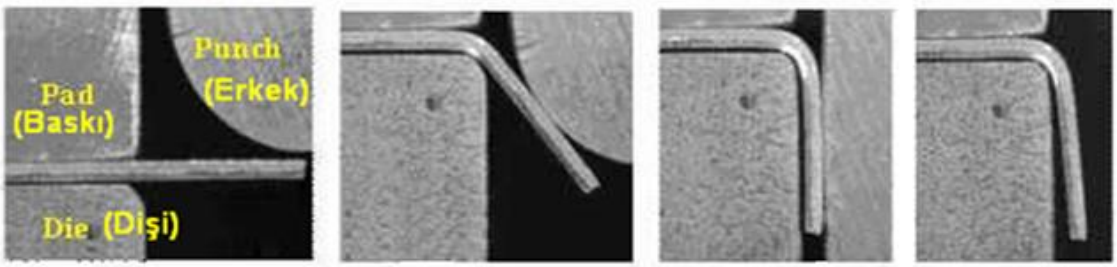


Şekil 1.14: Geri esneme kuvveti ve geri esneme miktarı

➢ Geri esneme miktarı faktörü (K) aşağıdaki formülle bulunur.

$$K = \frac{\alpha}{\alpha_d} = \frac{R_d + \frac{T}{2}}{R_1 + \frac{T}{2}}$$

K- Geri esneme faktörü
R_1- Parçanın bükme kavis yarıçapı (mm)
R_d- Dişi kalıp kavis yarıçapı (mm)
α- Parçanın bükme açısı (°)
α_d- Dişi kalıp açısı (°).
T- Sac malzeme kalınlığı (mm)



Başlama **Bükme anı** **İşlem sonu** **Geri esneme**

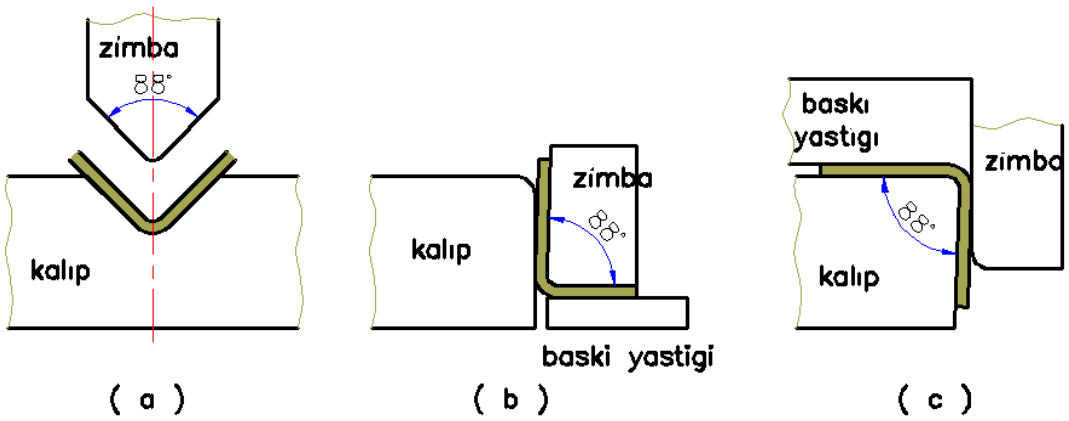
Şekil 1.15: Bükme işlemi operasyon sırası ve geri esneme

Geri esneme miktarı yukarıda verilen formülle bulunur ya da bazı malzemelerin cinsi ve bükme açısına göre geri esneme miktarı grafik 1.1'de grafiklerde gösterilmektedir. Geri esneme miktarını giderebilmek için sac malzeme kalınlığı, bükme kavis yarıçapı, bükme açısı ve malzemenin cinsine göre düzenlenmiş grafiklerden bulunacak değerler yani geri esneme miktarları dişi kalıba ve zımbaya aktarılarak parçanın tam ölçüde bükülmesi sağlanır.

➢ Geri esneme miktarının giderilmesi

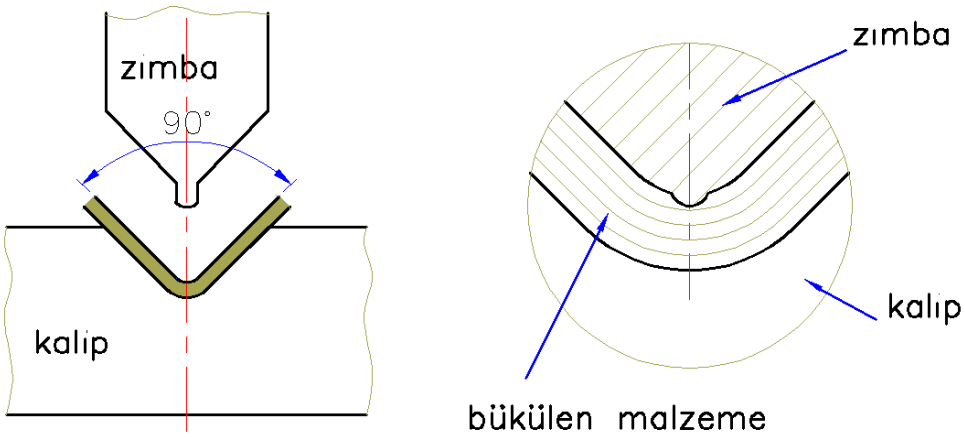
Geri esneme miktarının giderilmesinde birkaç değişik yöntem uygulanır.

- Bükme açısı artırılır: İstenilen açıdaki bükmenin yapılabilmesi için bükme açısı, geri esneme miktarı kadar artırılır. Bu tip bükme işleminde kam etkili ve tek taraflı kalıp boşluğu sac malzeme kalınlığından az kalıplar kullanılır.



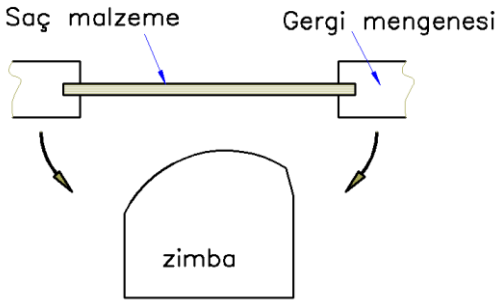
Şekil 1.16: Bükme açısını arttırma yöntemi

- Taban (ezme) bükme: Bükme bölgesi, şekil değiştirmeyecek biçimde zımba ve dişi kalıp arasında ezilir.



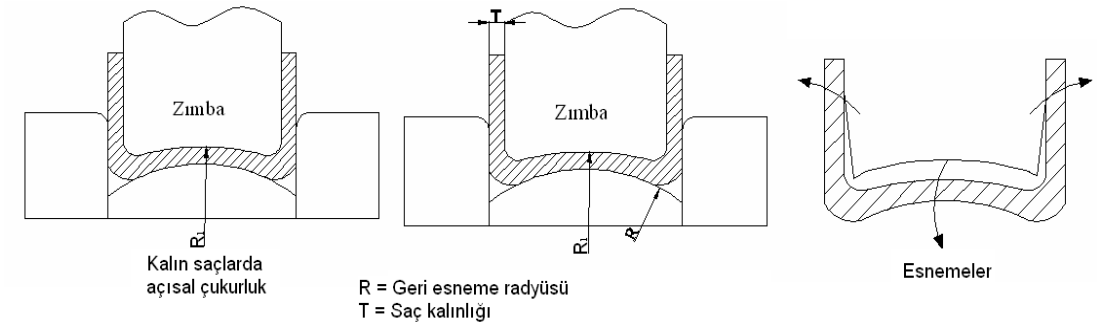
Şekil 1.17: Germe ve ezme yöntemlerinin uygulanması

- Germe (çekme) bükme: Kavis yarıçapı büyük parçalara uygulanır.

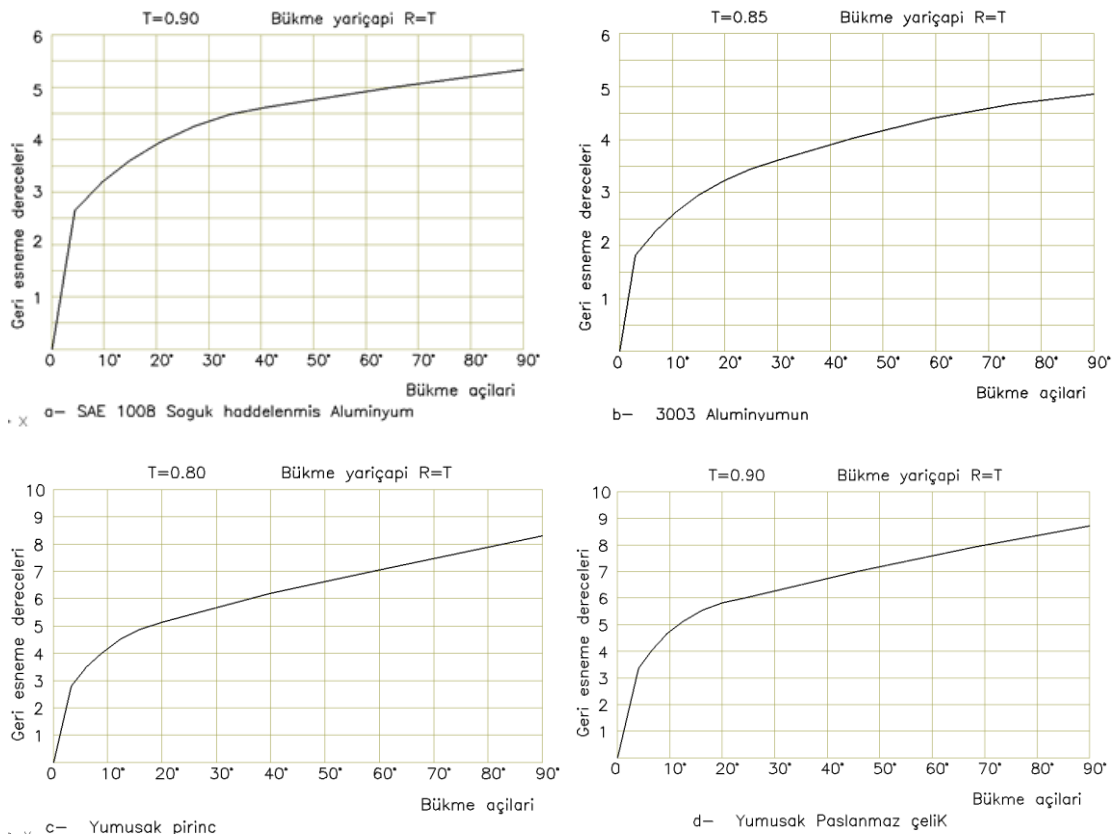


Şekil 1.18: Germe ve ezme yöntemlerinin uygulanması

Zımba ucunun iç bükey yapılarak özellikle kalın parçaların bükülmesi esnasında uygulanabilir.



Şekil 1.19: Zımba ucu iç bükey yapılarak geri esnemeyi önleme

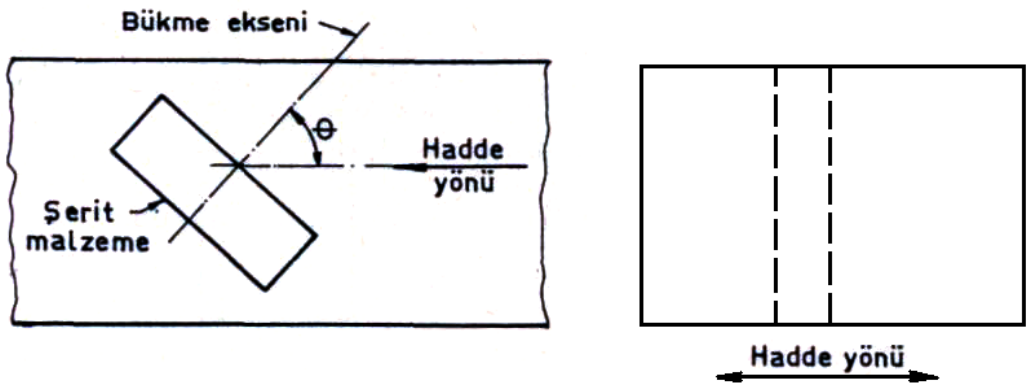


Grafik 1.1: Bazı malzemelerin geri esneme grafiği

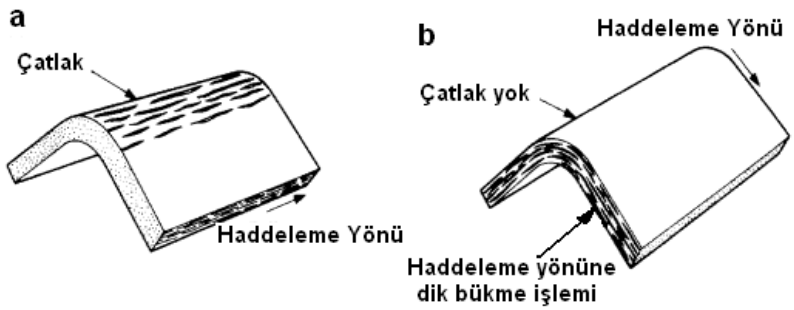
1.2.6. Bükülecek Parçanın Hadde Yönünün Önemi ve Belirlenmesi

Metal levha veya şeridinin doku yönü, bükme ve biçimlendirme işlemlerinde dikkate alınması gereken bir etkendir. Verilen bir metal parçanın bükülebileceği (biçimlendirilebileceği) kabul edilirse bükme ekseni doku yönüne dik olduğu zaman en çok arzu edilen durum elde edilir.

Belli bir cins malzeme için pratik olarak mümkün olan en keskin bükmeler bu yönde yapılabilir. Aksine bükme ekseni doku yönüne paralel olduğu zaman en az arzu edilen durum meydana gelir. θ açısı (şekil 1.20) 90^o ye yaklaştıkça, malzemenin bükme gerilmesine karşı koyma kabiliyeti artar. Bükme işlemi esnasında haddeleme yönüne dikkat edilmezse bükülen parça üzerinde çatlaklar oluşabilir.



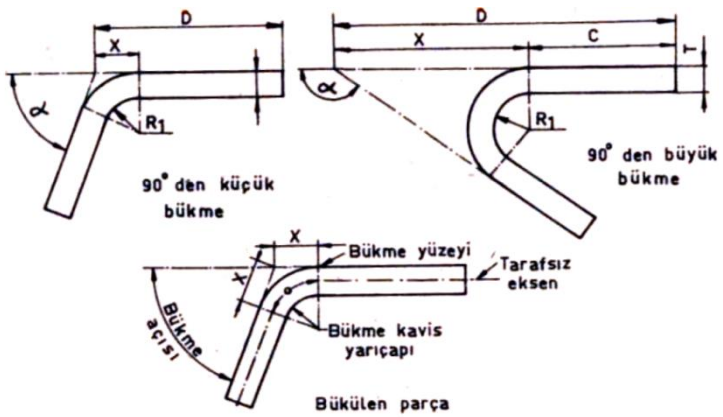
Şekil 1.20: Şerit malzemenin haddelenme yönü ve bükme esnasında dikkat edilecek bükme açısı



Şekil 1.21: Haddeleme yönüne dikkat edilmeden bükülen parça üzerinde oluşan çatlaklar (a), haddeleme yönüne dik olarak yapılan bükme işleminde çatlak yok (b)

1.2.7. Bükme Açısının Tespiti

Bükülerek üretilecek parçaların üretimi esnasında, ihtiyaca uygun bükme açıları tespit edilerek bükme işlemleri yapılmalıdır. Bükme açı 90^o lik dik açı, 90^o den küçük açıda ve 90^o den büyük açıda olmak üzere bir α açısı değerinde gerçekleştirilebilir.



Şekil 1.22: Bükme açılarının belirlenmesi

1.2.8. Bükme Boşluğun Bulunması

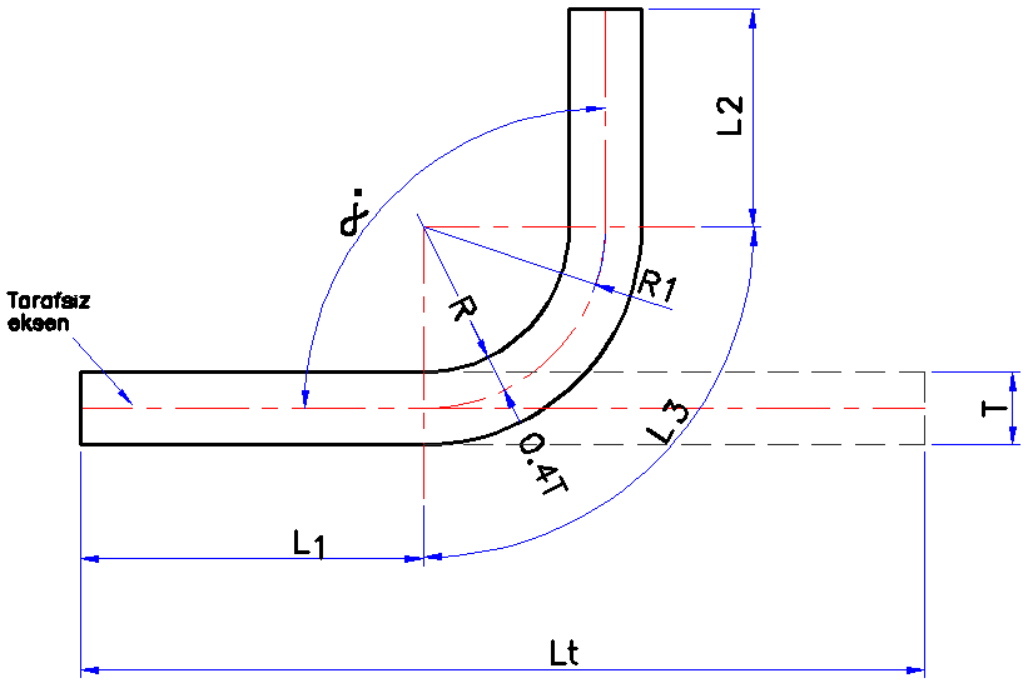
Kalıbı oluşturan hareketli elemanlar arasındaki kalıcı boşluk, kalıplanan parçanın ölçü ve biçimine göre değişir. Elemanlar arasındaki boşluk tek taraflı olarak kabul edilir.

Malzeme kalınlığı T mm	Kalıp boşluğu
0 – 0,50	(1,07 - 1,09) T
0,50 – 1,25	(1,08 - 1,10) T
1,25 – 3,25	(1,10 - 1,12) T
3,25 ve yukarısı	(1,12 - 1,14) T

Tablo 1.2: Tek taraflı kalıp boşluğu değerleri

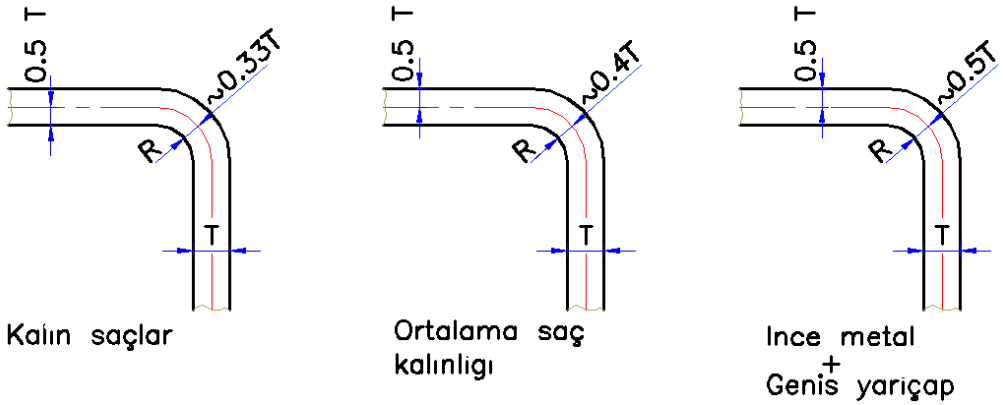
1.3. Bükülecek Parçanın Açınım Boyunun Bulunması

Bükme işlemine tabii tutulacak parçanın tam boyunu (ilkel boyunu) bulmak gerekmektedir. Bükülen parçanın tam boyunu bulabilmek için bükülen kısmın tarafsız eksen üzerindeki tam boyu hesaplanır. Bunun için bükme açısı, bükme kavis yarıçapı ve sac malzeme kalın1ığının bilinmesi gerekmektedir.



Şekil 1.23: Açınım boyu bulma işleminde kullanılan elemanlar

Gerçek bükme boyunun bulunmasında uygulanan yarıçap (R), aşağıdaki şekilde hesaplanır.



Şekil 1.24: Bükme yarıçapı ve katsayı bağlantısı

- Bükme kavis yarıçapı R_1 = T ise, kat sayı y =0,33 T alınır ve bükme boyuna esas yarıçap
- R = R_1 + 0,33xT (mm) alınır.
- Bükme kavis yarıçapı R_1 = (2 - 4)T ise, kat sayı y = 0,42 alınır ve bükme boyuna esas yarıçap
- R = R_1 + 0,42xT (mm) alınır.
- Bükme kavis yarıçapı R > 4T'den ise, kat sayı y = 0,5 alınır ve bükme boyuna esas yarıçap
- R = R_1 + 0,5xT (mm) alınır.
- Bükme boyunun bulunmasında aşağıdaki işlem basamakları uygulanır.

Tarafsız eksenin çember uzunluğu formülü yazılır.

Lç = 2πR, mm veya

R = (R_1 + y T) buradan Lç = 2π (R_1+ y T), mm

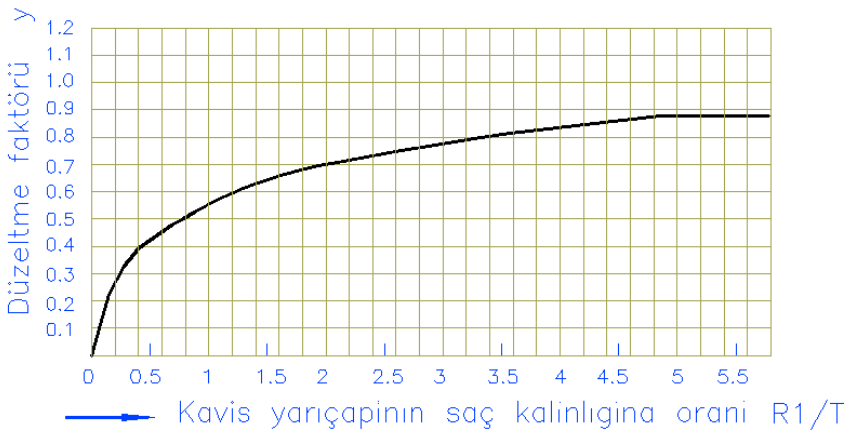
bükme açısı α belirlenir
α açısı kadar bükülen parça boyu bulunur.

Bükme boyu $Lyay = \frac{\alpha}{360^o} x2\pi(R_1 + yxT)$ => $Lyay = \frac{\alpha x\pi}{180^o} x(R_1 + yxT)$ olur.

Bükülen parçanın toplam açınım boyu:

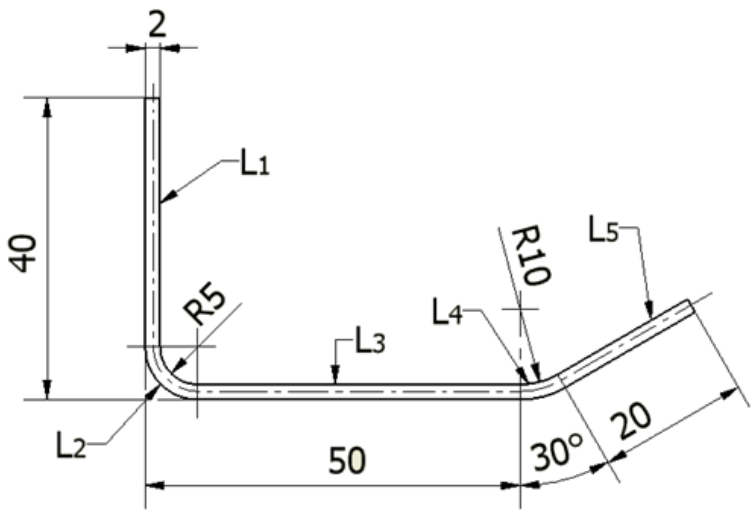
Lt = L1 + L2 + Lyay + …. + Ln (mm)
Formülde kullanılan elemanların açıklamaları;

Lç = Tarafsız eksenin çember uzunluğu, mm
Lyay = Bükülen yayın tarafsız eksene göre bükme boyu (mm)
L_T = Toplam bükme boyu, (mm)
L_1, L_2 …Ln = Bükmeye uğramayan boylar (mm)
R_1 = Bükme kavis yarıçapı (mm)
R = Tarafsız eksenin bükme kavis yarıçapı, (mm)
y = Kat sayı
α = Bükme açısı (°)
T = Sac malzeme kalınlığı, mm



Grafik 1.2: Bükme kavis yarıçapının sac malzeme kalınlığına oranı R_1/T'ye göre düzeltme faktörü

Örnek: Aşağıda şekli verilen parçanın açınım boyunu hesaplayınız.



Şekil 1.25: Örnek parça

Verilenler:

T = 2mm
R_1 = 5mm
R_2 = 10mm
$\alpha_1 = 90^o$
$\alpha_2 = 30^o$

İstenenler:
L_T = ?
Çözüm:

L2 için R1 = 5 (2 … 4) T aralığına denk geldiğinden y = 0,42

L4 için R2 = 10 (R2>4T) olduğundan y = 0,5 alınır.

L1 = 40 – (T + R1) = 40 – 7 = 33

$$L_2 = \frac{\alpha x \pi}{180^o} x(R_1 + yxT) = \frac{3.14x90^o}{180^o} x(5 + 0,42 * 2) = 9.16mm$$

L3 = 50 – (T+R1) = 50 – 7 = 43

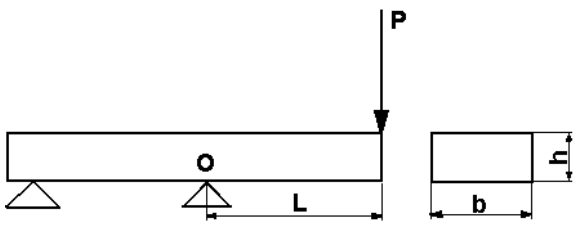
$$L_4 = \frac{\alpha x \pi}{180^o} x(R_1 + yxT) = \frac{3.14x30^o}{180^o} x(10 + 0.5x2) = 5.75mm$$

L5 = 20mm

LT = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 = 33 + 9,8 + 43 + 5,75 + 20 = 110,55mm

1.4. Bükme Kuvvetinin Bulunması

Sac malzemelerin eğilme gerilimi, kirişlerdeki eğilme gerilimlerinin benzeridir. Bu sebeple, kirişlerdeki eğilme momenti formülü sac malzemelerin bükme kuvvetinde aynen uygulanabilir. Bükme kalıplarında parçaların bükülebilmesi için gerekli olan kuvvete bükme kuvveti denir.



Şekil 1.26: O noktasına göre eğilme momentinin uygulanması

M_0= P x L…….kg mm
Kiriş atalet momenti uygulandığında:

I= $\frac{bxh^3}{12}$ ….mm4 ve σb= $\frac{M_o xh/2}{I}$ .....kg/mm^2 olarak yazılır.

Eğilme gerilimi formülünde yukarıdaki değerler yerlerine konulduğunda

$\sigma_{b=}$ $\frac{(PxLxh/2)}{(bxh^3/12)}$ .....kg/mm2 buradan P= $\frac{1}{6}$ x $\frac{\sigma_b xbxh^2}{L}$ ……kg veya

P= 0.167 $\frac{\sigma_b xbxh^2}{L}$ ……kg olarak bulunur.

Bükme kuvveti (P) formülündeki kiriş genişliği (b) yerine şerit malzeme genişliği (w) kiriş kalınlığı (h) yerine şerit malzeme kalınlığı (T) konulursa bükme kuvveti formülü

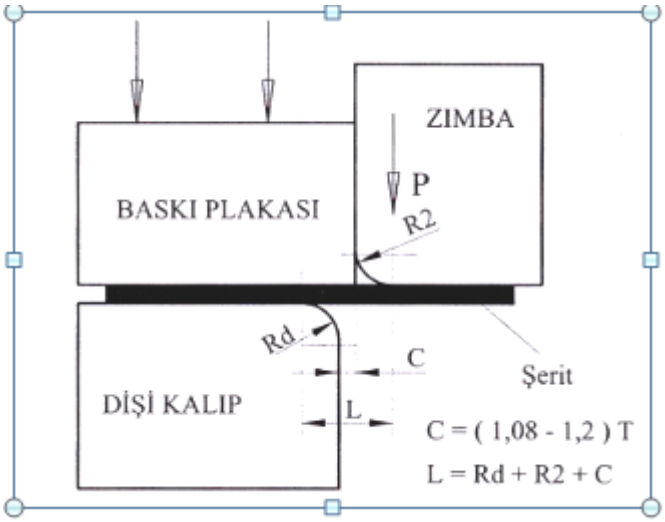
Sembol	İsim	Birim
M_0	Eğilme momenti	Kg mm
I	Atalet momenti	mm^4
P	Bükme kuvveti	Kg
L	Tatbik edilen kuvvetin destek noktasına uzaklığı	mm
b	Kiriş genişliği	mm
h	Kiriş kalınlığı	mm
σ_b	Eğilme gerilimi	kg/mm^2

Tablo 1.3: Bükme kuvveti formülünde kullanılan elemanlar ve birimleri

P = 0.167 $\frac{\sigma_b xWxT^2}{L}$ …….kg olarak bulunur.

- "L" (90^o) Bükme işleminde bükme kuvveti

P_L = 0.167 x $\frac{\sigma_b xWxT^2}{L}$ (kg)

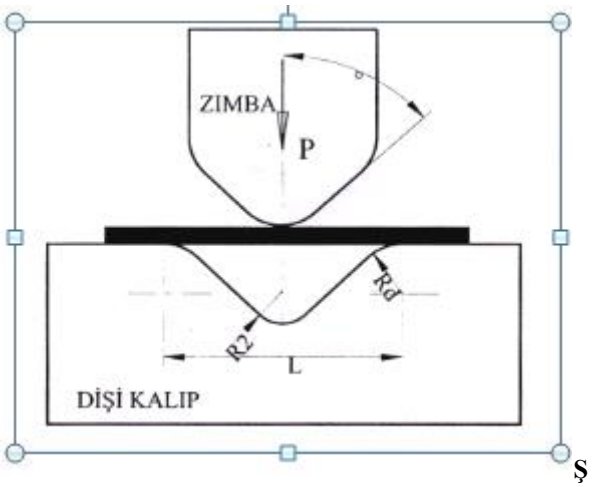


Şekil 1.27: L bükme işlemi

- "V" Bükme işleminde bükme kuvveti

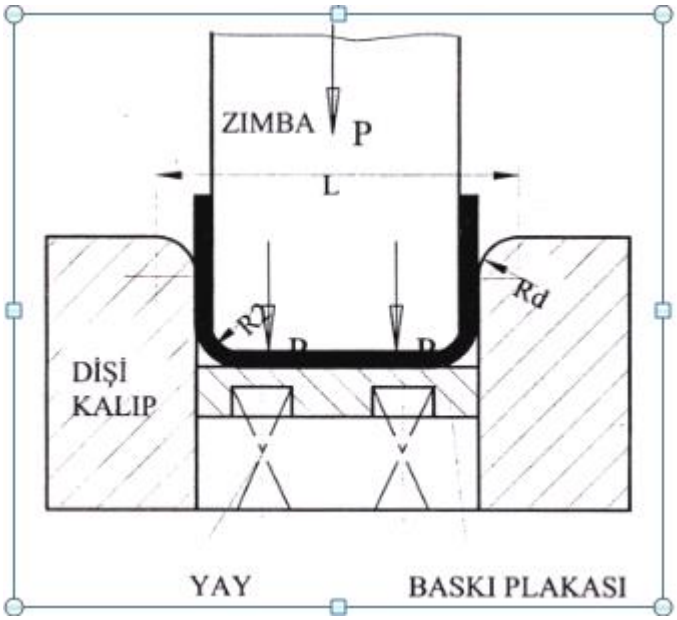
$$Pv = 1.33 \text{ x } \frac{\sigma_b x W x T^2}{L} \quad \text{(kg)}$$

$$L = 2 \text{ x } H \text{ x } tg\ \alpha$$



Şekil 1.28: V bükme işlemi

➢ “U” Bükme işlemlerinde bükme kuvveti



Şekil 1.29: U bükme işlemi

$$Pu = 0{,}667 \times \frac{\sigma_b x W x T^2}{L} \quad (kg)$$

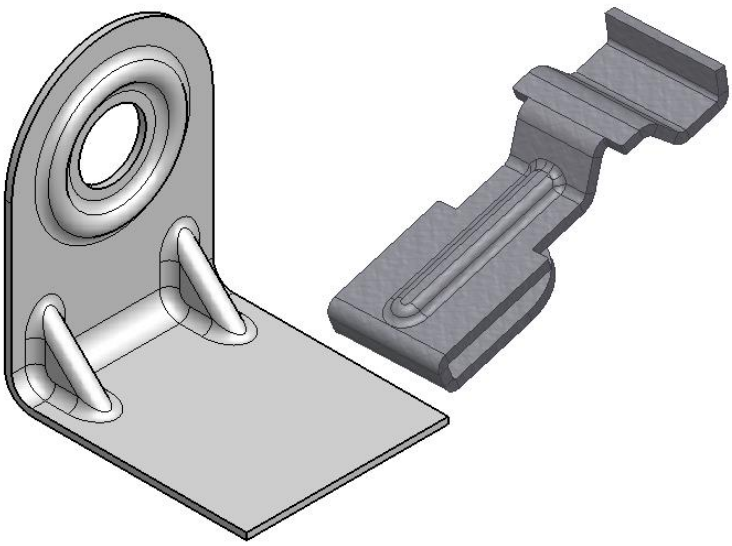
L= Parça Genişliği + 2xRd + 2xC

Malzeme cismi	Eğilme gerilmesi σ_b kg / mm^2
Alüminyum ve Alaşımları	10 – 60
Pirinç	20 – 60
Çinko	15 – 20
Bakır	25 – 38
Bronz	48 – 72
Çelik	34 – 62
Paslanmaz Çelik	30 – 62

Tablo 1.4: Malzemelerin özelliklerine eğilme gerilmesi değerleri

➢ Bükülen parçanın güçlendirilmesi (Federleme)

Bükülerek imal edilmiş parçaların güçlendirilmesi, özellikle imal edilen malzemeler ağırlık taşıyacaksa gereklidir. Bu durumda kullanılacak sac malzemenin kalınlığını büyük tutmak yerine, imalat esnasında parçaya özel biçimler vererek mukavemeti artırmak hem malzeme tasarrufunu hem de daha küçük ebatlı parçalar üretebilmeyi sağlayacaktır. Üretilen parçaya özel formlar verme, parçanın kullanım yerine göre üzerine kordon çekme, çeşitli şekilde kaburgalar oluşturma, kenarlarını kıvırma ve buna benzer ilave kabarıklar veya çöküntüler yapmak suretiyle parçanın mukavemeti artırılmış olur.

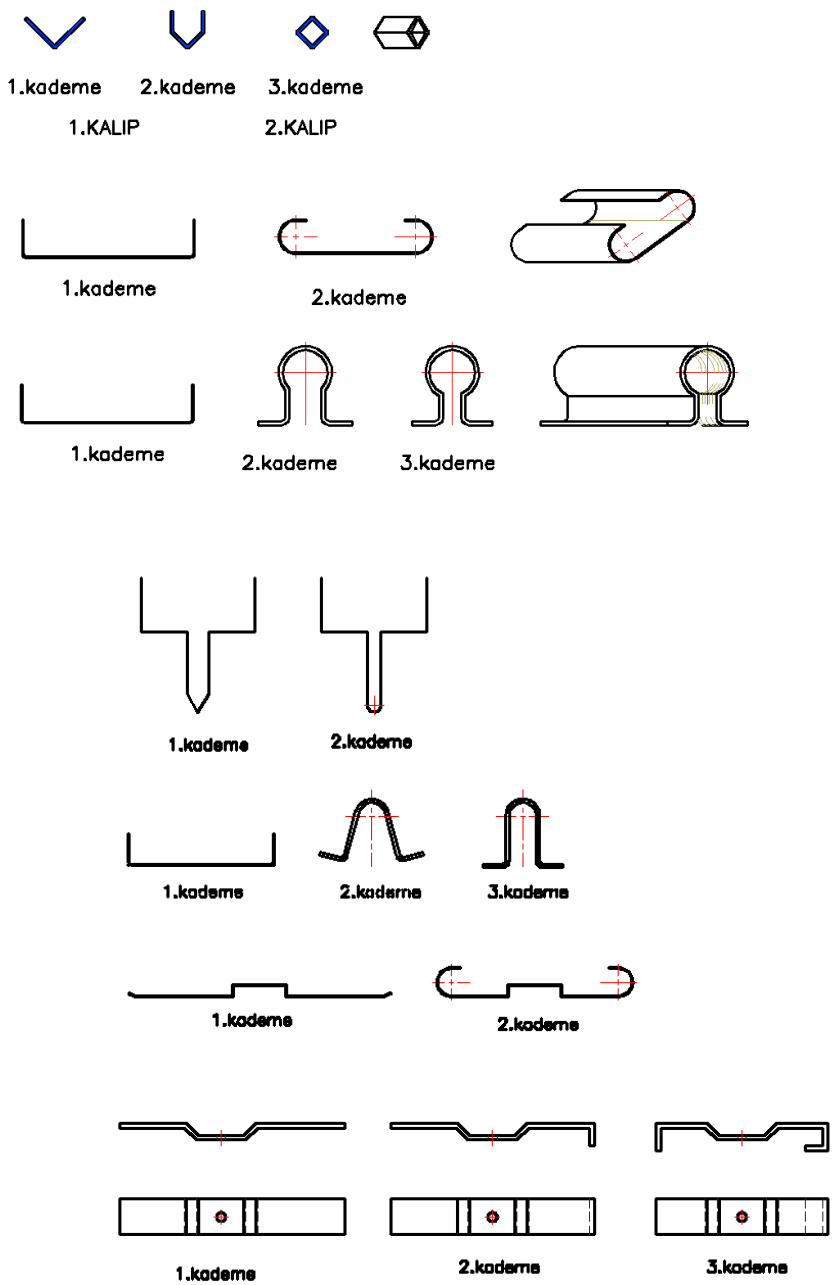


Şekil 1.30: Sac parçalarda değişik feder uygulamaları

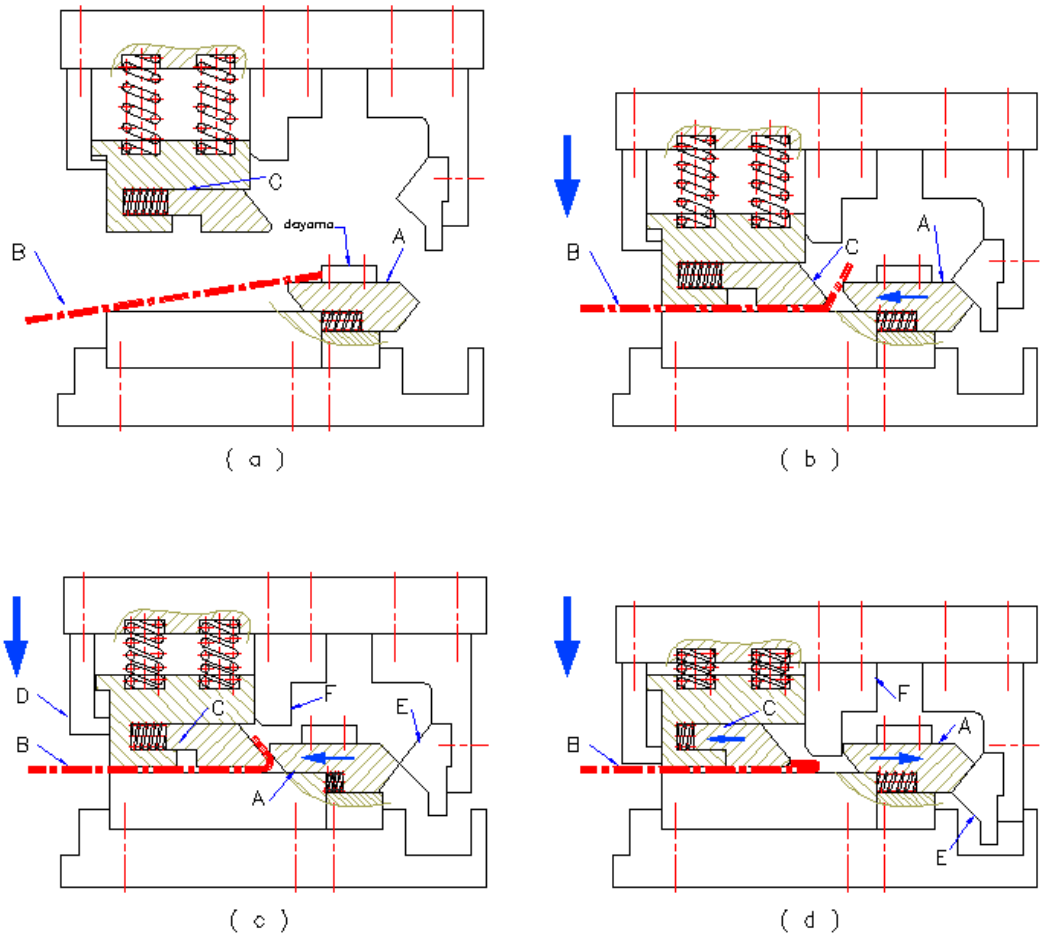
UYGULAMA FAALİYETİ

Aşağıdaki işlemlerde kalıplama kademelerini inceleyiniz. İşlem basamakları ve önerilerini de dikkate alarak kalıp tasarlamaya çalışınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Bükme olayını inceleyiniz.	➢ Bükme çeşitlerini inceleyiniz. ➢ Uzama ve basılma gerilimlerinin etkilerine dikkat ediniz. ➢ Tarafsız eksenin nasıl belirlendiğine dikkat ediniz. ➢ Bükme işlemi sonucunda oluşacak geri esnemelere dikkat ediniz. ➢ Bükme işlemi esnasında haddeleme yönünün önemine dikkat ediniz.
➢ Bükülecek parçanın açınım boyunu bulunuz.	➢ Bükülecek parçanın boyunun tarafsız eksene göre bulunması gerektiğini unutmayınız. ➢ Doğru değişkenleri kullanmaya dikkat ediniz.
➢ Bükme kuvvetini bulunuz.	➢ Bükme çeşidine göre değişik bükme kuvvetlerinin bulunması gerektiğini unutmayınız.
➢ Dişi ve erkek zımba ölçülerini belirleyiniz.	➢ Parça şekline uygun zımba ölçülerini belirleyiniz. ➢ Dişi kalıp ölçülerini belirleyiniz.
➢ Kalıp seti elemanlarını tespit ederek ölçülendiriniz.	➢ Üretilecek parça özellik ve ölçülerine uygun kolonları tespit ediniz. ➢ Kolonlara ve parça özelliğine uygun burçları belirleyiniz. ➢ Üretilecek parça özellik ve ölçülerine uygun alt ve üst kalıp plakalarını belirleyiniz. ➢ Plaka ölçülerini belirlerken plaka ölçülerinin, üzerine gelecek kuvvetleri kaldırabilecek ölçüde olmasına dikkat ediniz.
➢ Kalıp elemanlarını seçiniz.	➢ Kalıp bağlama sap ölçülerini tespit ediniz. ➢ Dayama ve merkezleme elemanlarının ölçülerini tespit ediniz. ➢ Bağlantı ve standart elemanları seçiniz. ➢ Kam sistemi uygulanacaksa çalışma yöntemini belirleyiniz.
➢ İşleme uygun itici, çıkarıcı ve sıyırıcı sistemleri belirleyiniz.	➢ Parçayı kalıptan kolay ve hasarsız çıkarabilmek için uygun çıkarıcı, itici ve sıyırıcı sistemleri belirlemeye çalışmalısınız.
➢ Kalıp elemanları malzemelerini özelliklerini dikkate alarak seçiniz.	➢ Kalıp imalatında kullanılacak uygun malzemeleri belirleyerek, uygulanması gereken ısıl işlemleri seçmelisiniz.

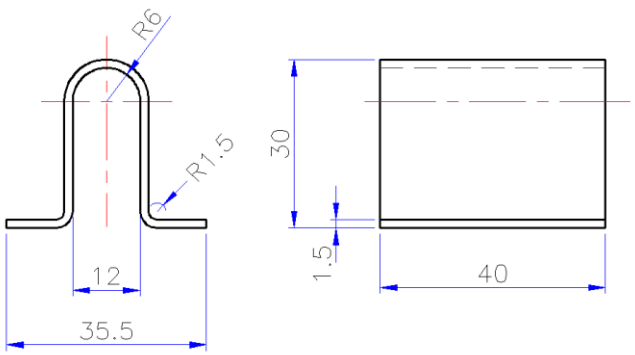


Şekil 1.31: Bükmede işlem sıraları

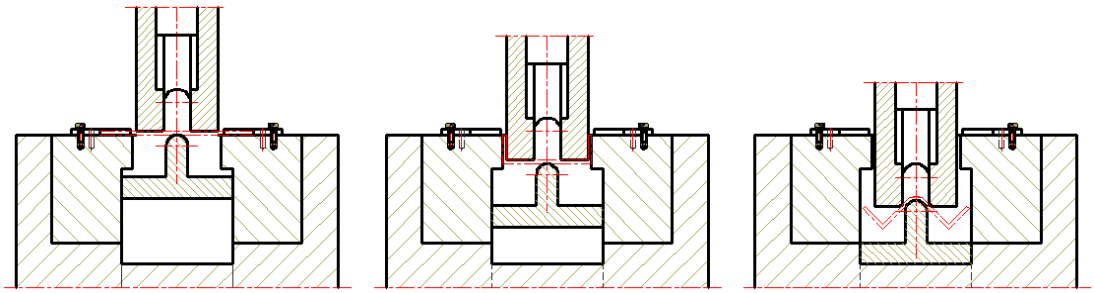


Şekil 1.32: Kenar bükme ve katlama kalıbı işlem sıraları

Aşağıdaki iş parçasının imalatı, bükme kalıbında üç kademeli olarak parçanın bükülmesiyle yapılmaktadır.

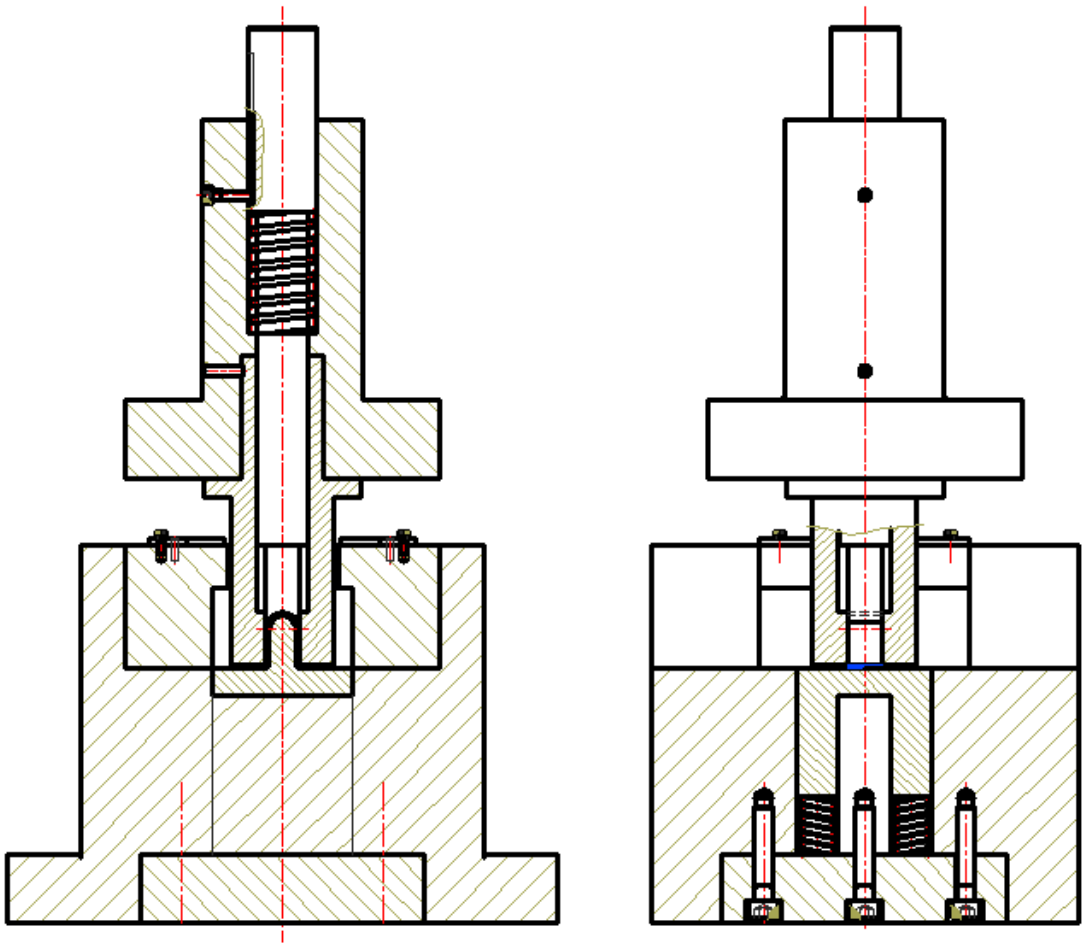


Şekil 1.33: Parça imalat resmi

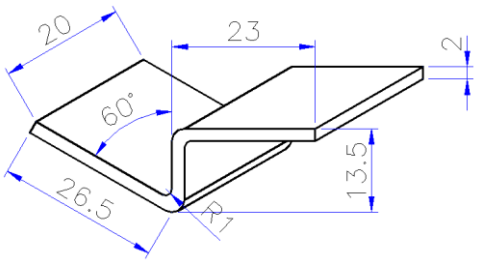


1. kademe 2. Kademe 3. kademe

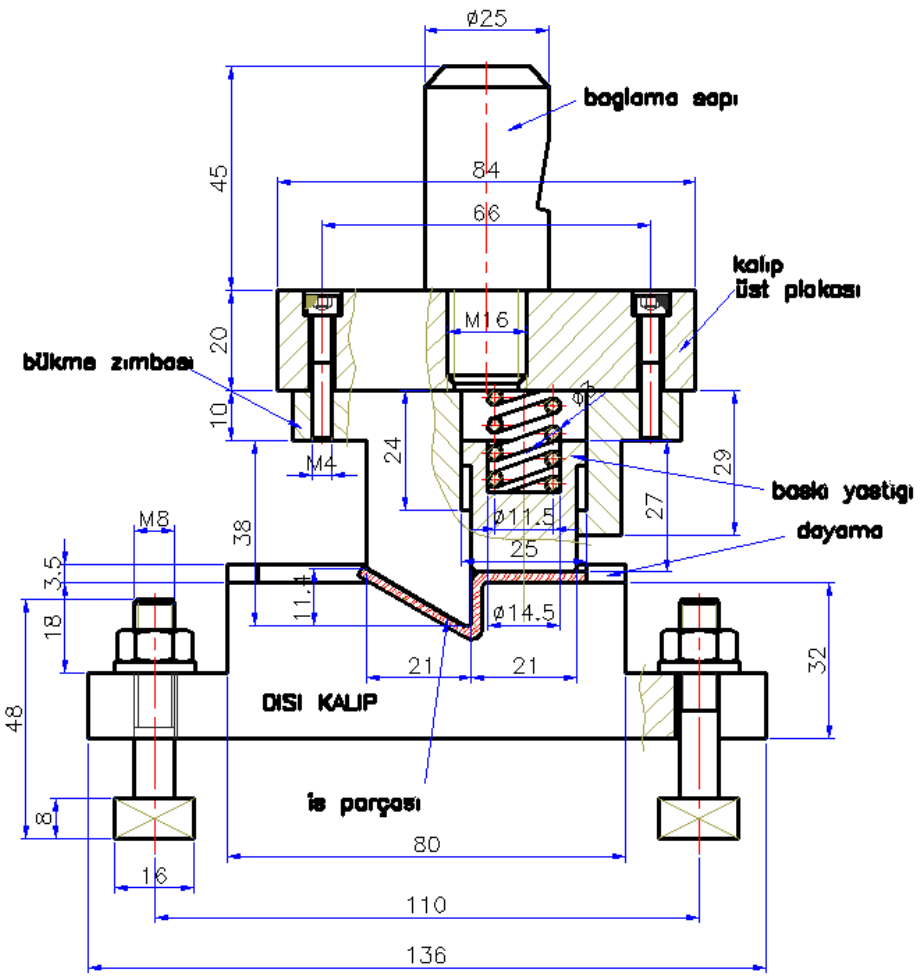
Şekil 1.34: Bükmede işlem kademeleri



Şekil 1.35: "U" Bükme kalıbı komple resmi



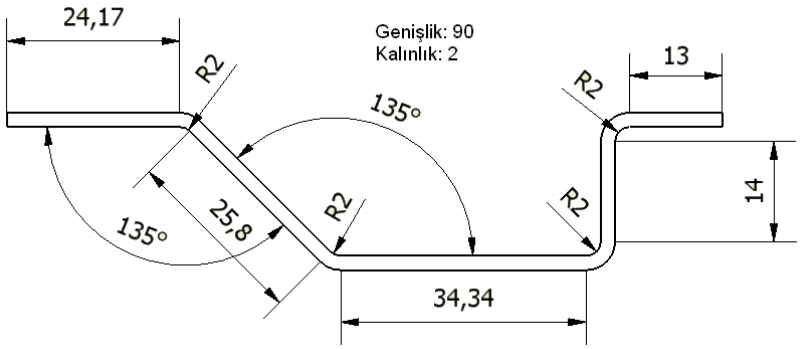
Şekil 1.36: Parça imalat resmi



Şekil 1.37: Kenet bükme kalıbı komple resmi

Örnek Uygulama-1

Aşağıda resmi verilen parçanın bükülerek üretilebilmesi için gerekli olan işlemleri yapınız.



Şekil 1.38: Üretilecek sac metal parça

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Parçanın açınım boyunu doğru hesaplayabildiniz mi?		
2. Dişi kalıp plakasını oluşturabildiniz mi?		
3. Erkek kalıp (zımbayı) oluşturabildiniz mi?		
4. Kalıp alt ve üst plaka boyutlarını belirlediniz mi?		
5. Dayama ve yerleştirme elemanları boyutlarını belirlediniz mi?		
6. Bükme kuvvetini hesaplayabildiniz mi?		
7. Özelliklerine göre kalıp elemanlarının malzemelerini seçtiniz mi?		
8. Kullanılacak standart kalıp elemanlarını seçtiniz mi?		
9. Parçanın kalıptan rahat çıkabilmesini sağlayacak uygun itici ve çıkarıcı sistemleri tespit edebildiniz mi?		
10. Uygulanacak ısıl işlemleri doğru belirleyebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme" ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Bükülen parçanın açınım boyu aşağıdakilerden hangisine göre hesaplanır?
A) Orta eksen
B) Tarafsız eksen
C) İç eksen
D) Dış eksen

2. Aşağıdakilerden hangisi geri esnemeyi engellemek için yapılmaz?
A) Bükme açısı artırılır.
B) Germe bükme işlemi yapılır.
C) Bükülecek parçanın haddeleme yönüne dikkat edilir.
D) Zımba ucu iç bükey yapılır.

3. Aşağıdakilerden hangisi bükmede kuvvet uygulanınca ortaya çıkan etkenlerin tek tek veya birleşik olarak bükme şiddetine tesir eden etmenlerden değildir?
A) Malzeme kalınlığının artışı bükme şiddetini artırır.
B) Bükme açısının artışı bükme şiddetini artırır.
C) Bükme yarıçapının azaltılması bükme şiddetini artırır.
D) Bükme açısının artışı bükme şiddetinde değişikliğe neden olmaz.

4. Aşağıdakilerden hangisi geri esneme miktarının giderilmesinde uygulanmaz?
A) Bükme açısı artırılır.
B) Germe (çekme) bükme kuvveti uygulanır.
C) Zımba ucunun iç bükey yapılarak özellikle kalın parçaların bükülmesi esnasında uygulanabilir.
D) Bükme açısı azaltılır.

Aşağıdaki cümleleri dikkatlice okuyarak boş bırakılan yerlere doğru sözcüğü yazınız.

5. Sac metal malzemeden kesilen parçaya arzu edilen şekli verme ve mukavemet kazandırma amacıyla yapılan kalıplama işlemine…….. denir.

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

6. ( )Kuvvetin uygulanması metal malzemenin bükülmesine (eğilmesine) sebep olurken; iç yüzeyler kısalmaya dış yüzeyler uzamaya çalışır.

7. ( )Genellikle, normal tavlama işlemi görmüş malzemeler için bükme kavis yarıçapı (Rı), sac malzeme kalınlığına eşit alınmaz.

8. ( )Haddeleme yönüne dikkat edilmeden bükülen parça üzerinde çatlaklar oluşur.

9. ( )Kalıbı oluşturan hareketli elemanlar arasındaki kalıcı boşluk, kalıplanan parçanın ölçü ve biçimine göre değişmez.

10. ( )Bükülen parçanın tarı boyunu bulabilmek için bükülen kısmın tarafsız eksen üzerindeki tam boyu hesaplanır. Bunun için bükme açısı, bükme kavis yarıçapı ve sac malzeme ka1ın1ığının bi1inmesi gerekmektedir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda, gerekli ortam sağlandığında, tekniğine uygun, bükme kalıplarının imalat resimlerini resim kurallarına uygun çizebileceksiniz.

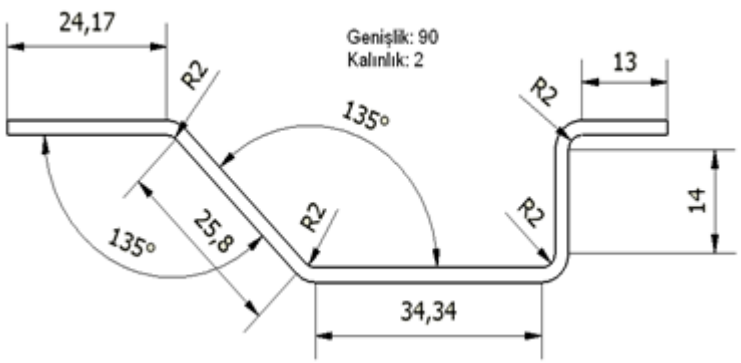
ARAŞTIRMA

- Kalıpların imalat resimlerini çizimlerinde dikkat edilmesi gereken hususları araştırınız.
- Üç boyutlu katı modelleme yazılımlarından faydalanarak nasıl modelleme yapıldığını araştırınız.
- CAD yazılımları yardımıyla sac parçaların nasıl tasarlanabildiğini araştırınız.

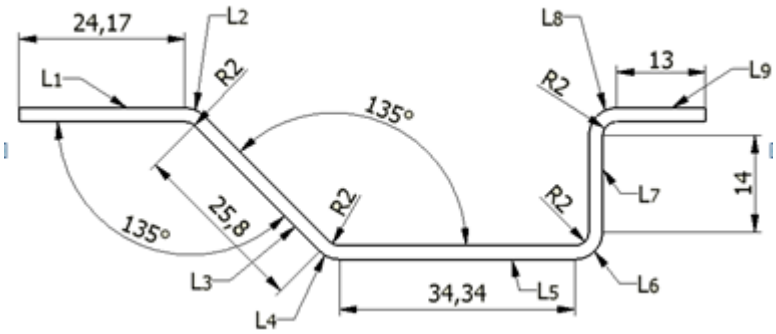
2. KALIP İMALAT RESİMLERİNİ ÇİZME

2.1. Kalıp Parçaları İmalat Resimlerini Çizme

2.1.1. Parçanın Açınımını Çizme



Şekil 2.1: Açınım hesabı yapılacak sac parça



Şekil 2.2: Hesaplama yapılacak boyların belirlenmesi

Bir sac parçanın açınımını çizebilmek için öncelikle bükülmüş olan sacın tarafsız eksene göre açınım boyu hesaplanmalıdır. Bu işlemi yapabilmek için 1.1.6 Bükülecek Parçanın Açınım Boyunun Bulunması konusundan yararlanırız.

Parça üzerinde hesaplama yapılacak boylar (L_1, L_2 … Ln) belirlenir. Daha sonra bu boylar hesaplanır. Düz olan kısımlarda hesaplama yapmaya gerek yoktur. Büküm noktalarının boylarının hesaplanarak düz kısımlarla toplanması sonucu tam açınım boyu ortaya çıkar. Buna göre burada L2, L4, L6 ve L8'nin hesaplanarak düz kısımlardaki değerlerle toplanması gerekmektedir. Parça incelendiği zaman L2 = L4 aynı açılı (45^o) yaya karşılık geldikleri için, aynı şekilde L6 = L7 onlarda aynı açılı yaya(90^o) karşılık gelmektedir.

Buna göre;

L1 = 24.17 mm

$$L_2 = L_4 = \frac{\alpha x \pi}{180^o} x(R_1 + yxT) \Rightarrow L_2 = L_4 = \frac{45^o x 3.14}{180} x(2 + 0.33x2) = 2.0881mm$$

L3 = 25.8 mm

L5 = 34,34 mm

$$L_6 = L_8 = \frac{\alpha x \pi}{180^o} x(R_1 + yxT) \Rightarrow L_2 = L_4 = \frac{90^o x 3.14}{180} x(2 + 0.33x2) = 4.1762mm$$

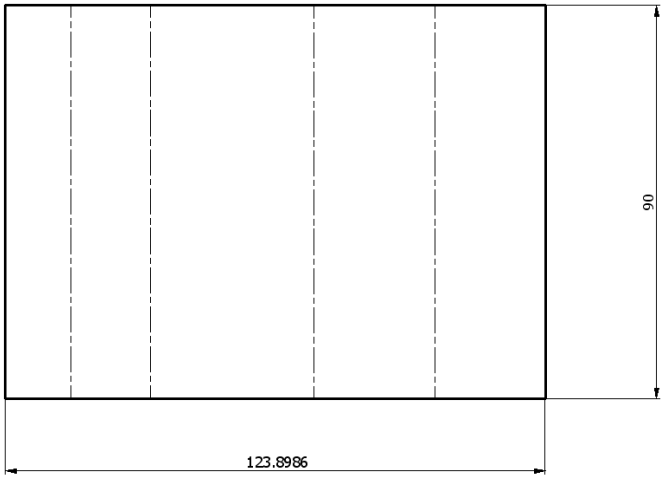
L7 = 14 mm

L9 = 13 mm

LT = L1 + L2 + L3 + L4 + L5 + L6 + L7 + L8+ L9

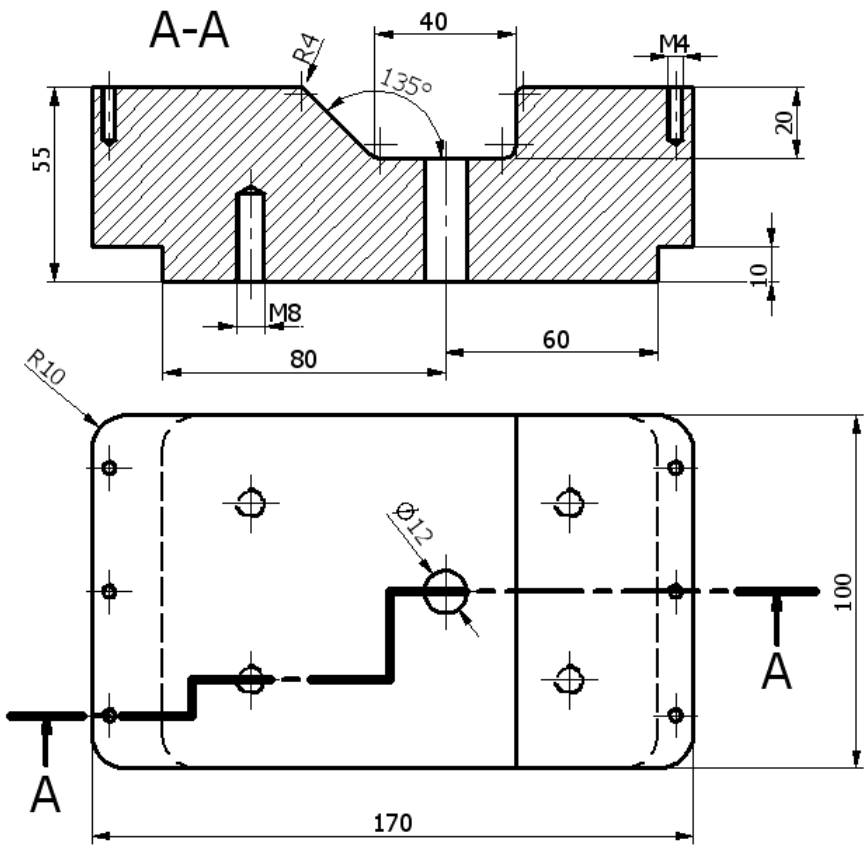
LT = 24.17 + 2.0881 + 25.8 + 2.0881 + 34.34 + 4.1762 + 4 .1762 + 14 + 13 = 123.8956 mm olarak hesaplanmış olur.

Parçanın açınımı ise parçanın açınım boyu ve parçanın üretilebilmesi için gerekli olan genişliktir.



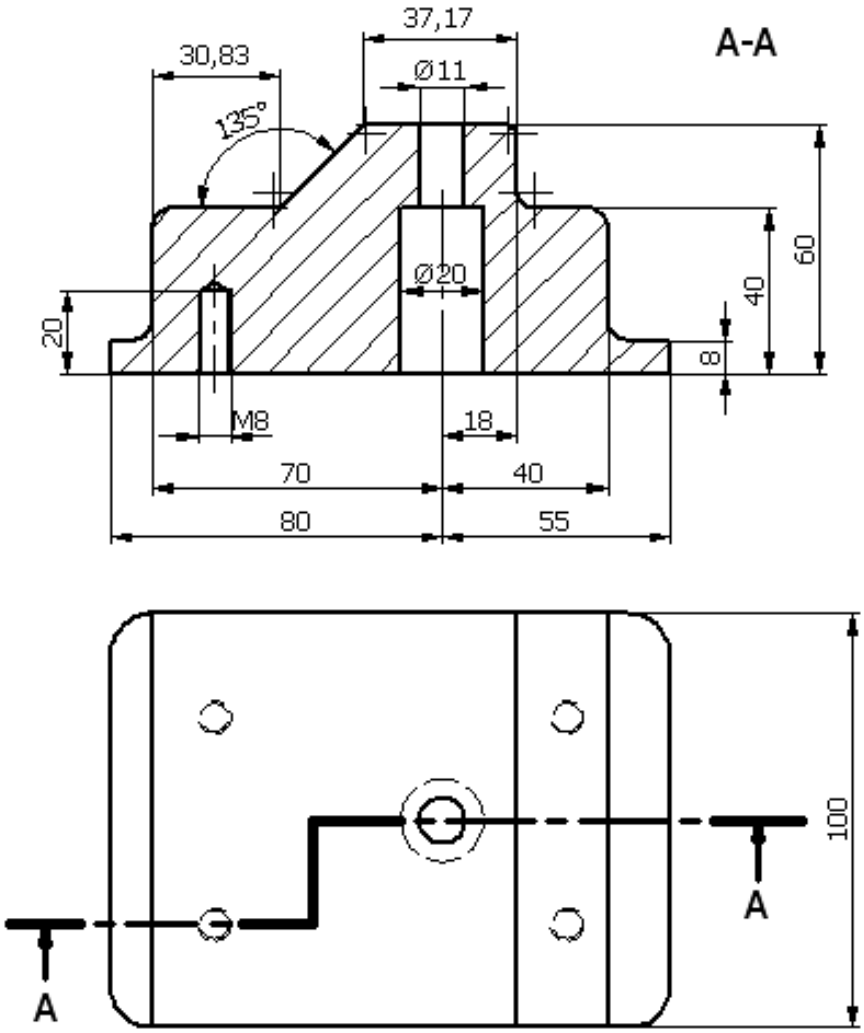
Şekil 2.3: Sac parçanın açınımının oluşturulmuş şekli

2.1.2. Dişi Bükme Plakasını (kalıbını) Çizme



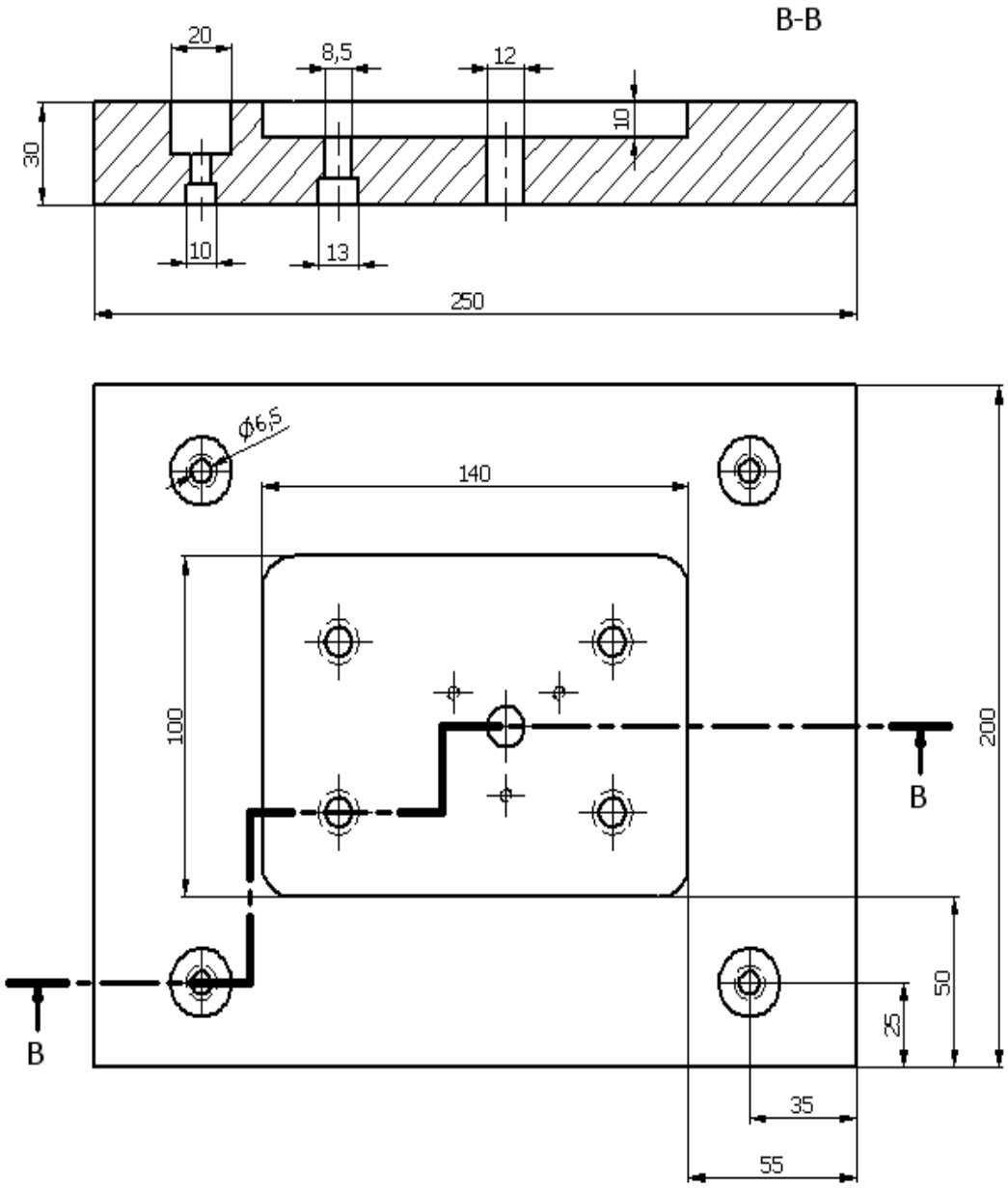
Şekil 2.4: Dişi bükme kalıbını çizme

2.1.3. Bükme Zımbasını Çizme

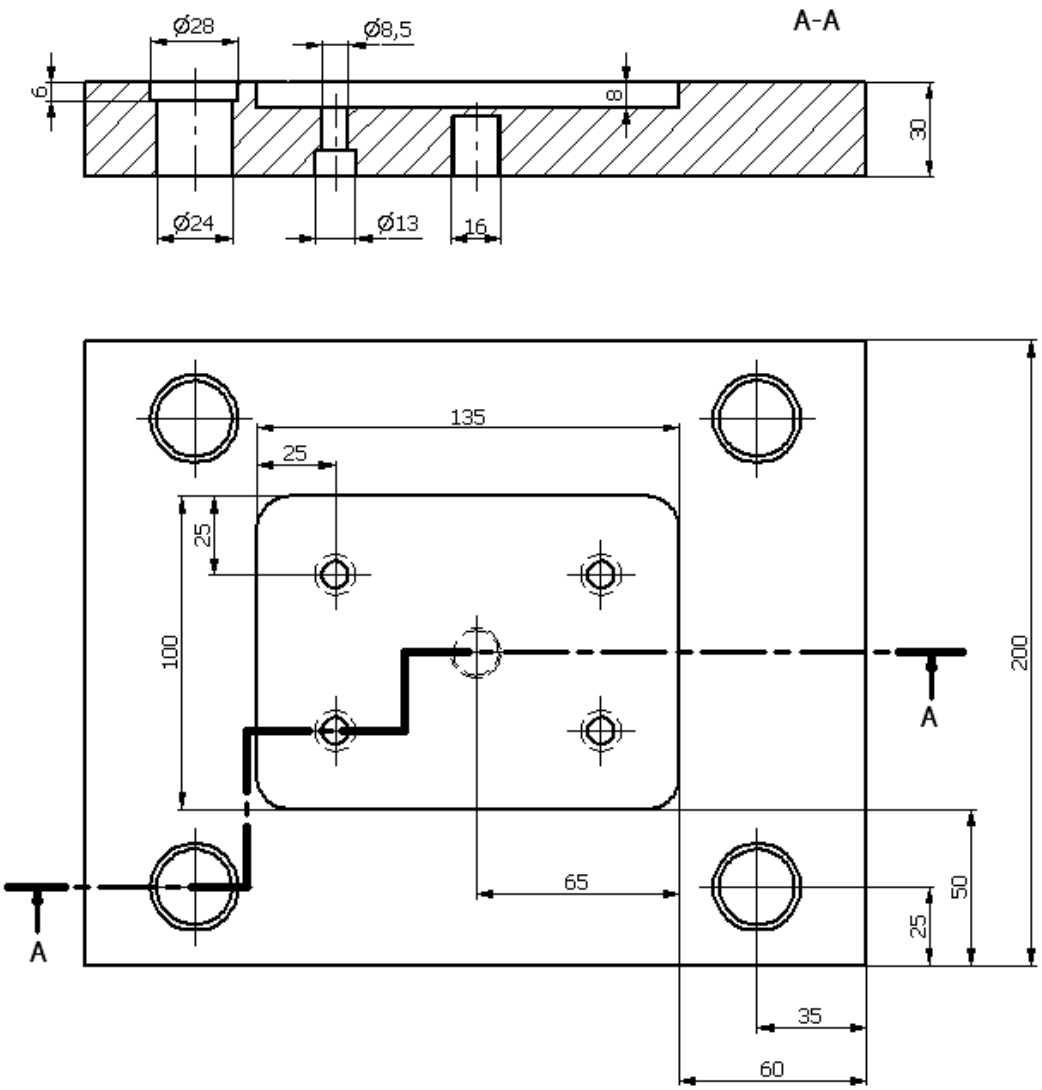


Şekil 2.5: Bükme zımbasını çizme

2.1.4. Kalıp Alt ve Üst Plakalarını Çizme

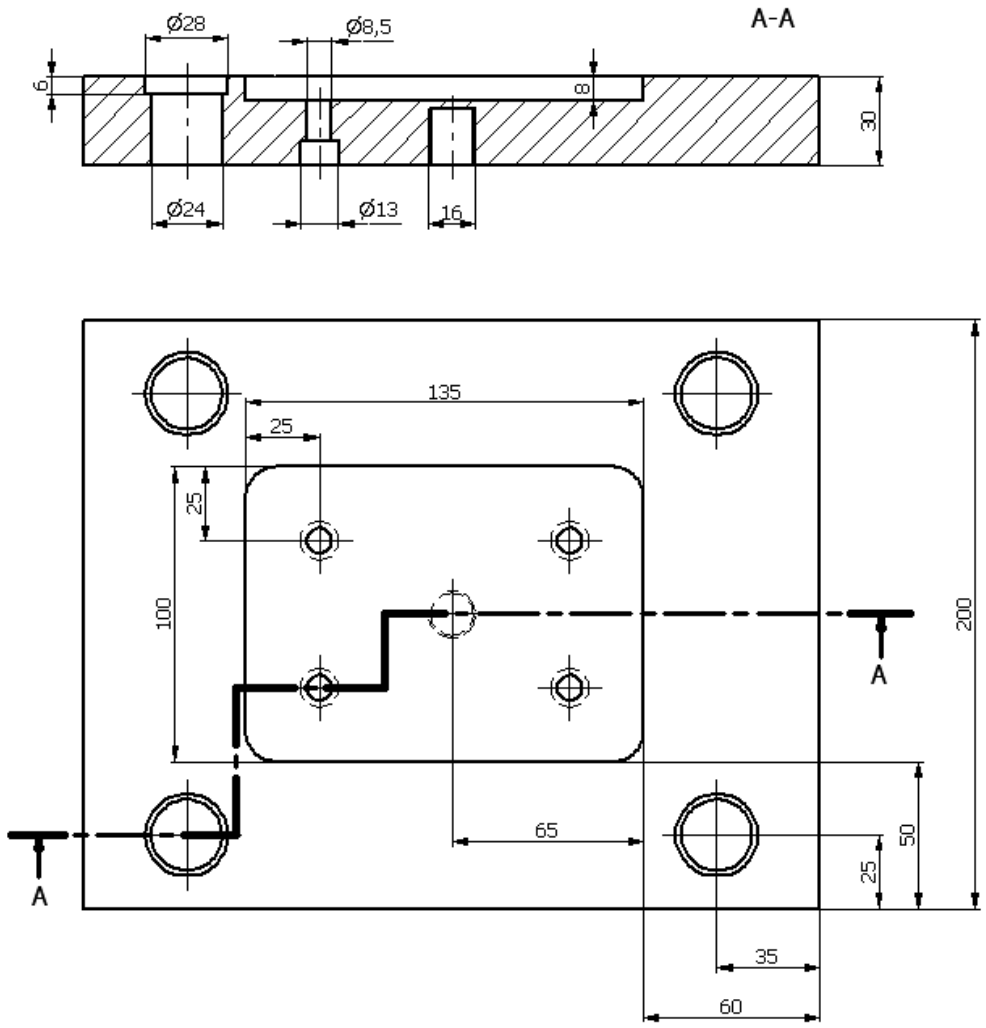


Şekil 2.6: Kalıp alt plakasını çizme



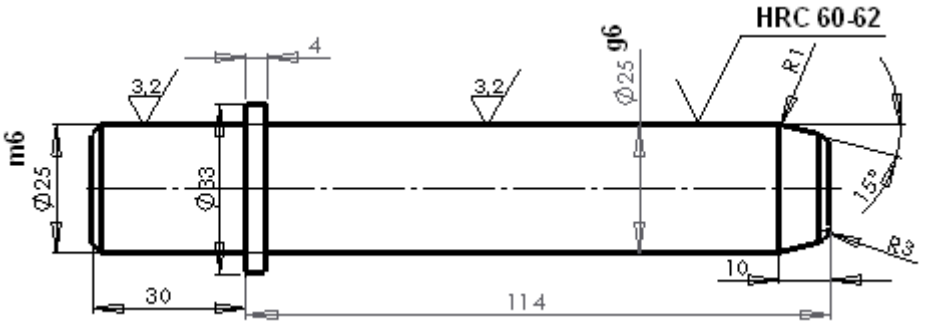
Şekil 2.7: Kalıp üst plakasını çizme

2.1.5. Zımba Tutucu Plakasını Çizme

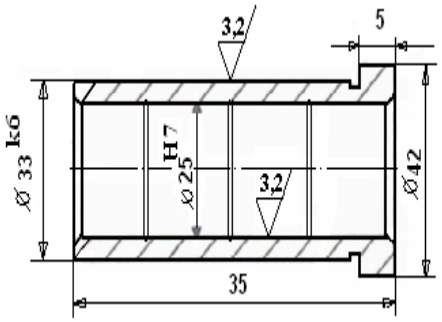


Şekil 2.8: Zımba tutucu plakasını çizme

2.1.6. Kılavuz Kolon ve Burçlarını Çizme

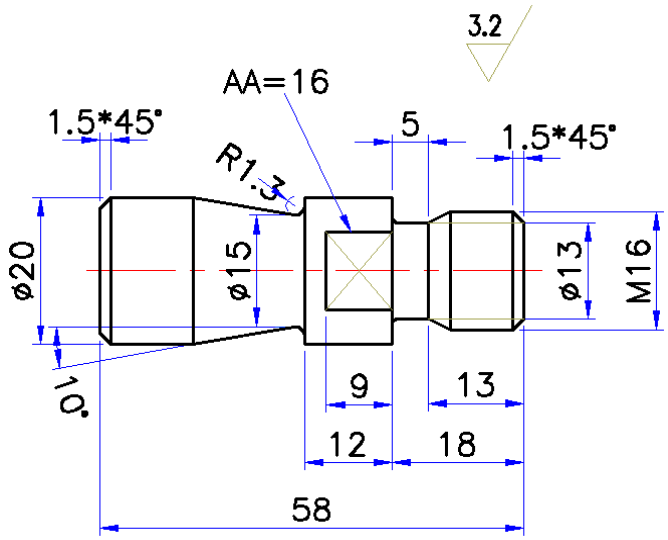


Şekil 2.9: Kılavuz kolonu çizme



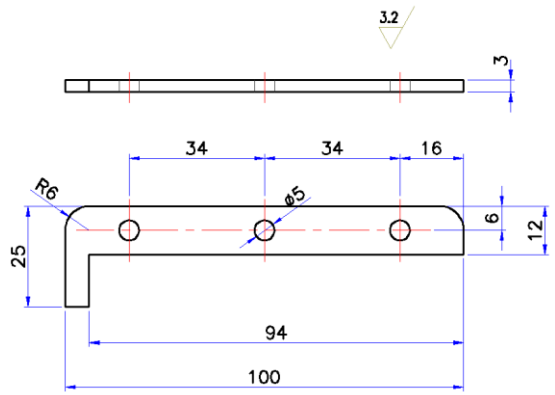
Şekil 2.10: Kılavuz burcunu çizme

2.1.7. Kalıp Bağlama Sapını Çizme



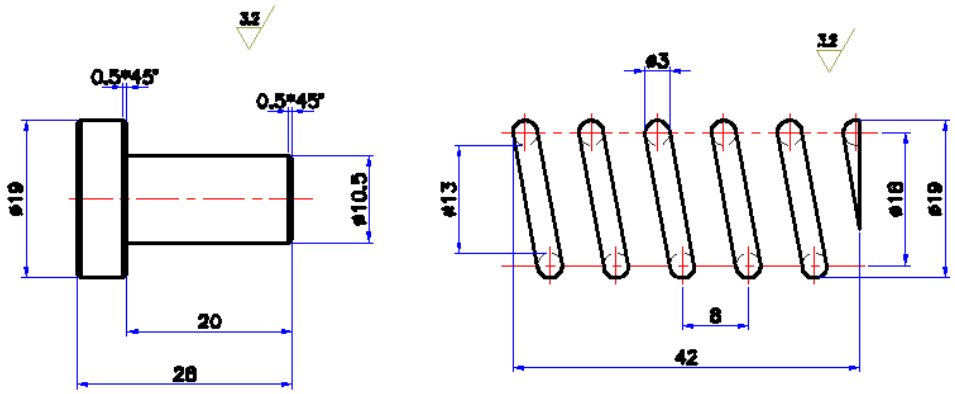
Şekil 2.11: Kalıp bağlama sapını çizme

2.1.8. Yerleştirme (dayama) Elemanlarını Çizme

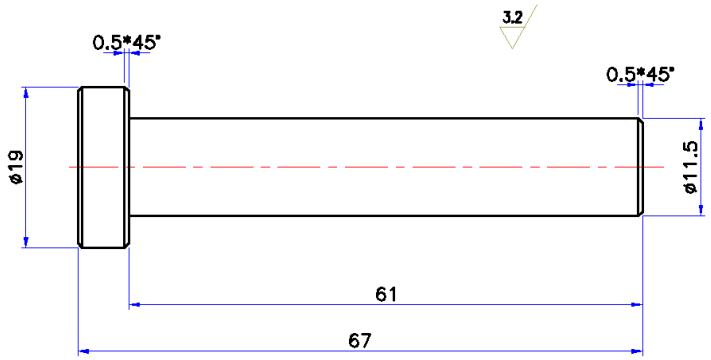


Şekil 2.12: Yerleştirme elemanını çizme

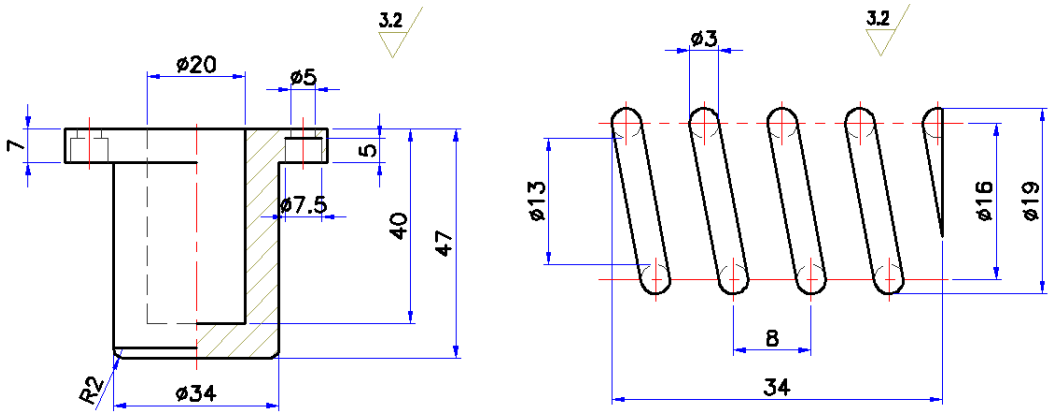
2.1.9. İtici, Çıkarıcı, Sıyırıcı Elemanları Çizme



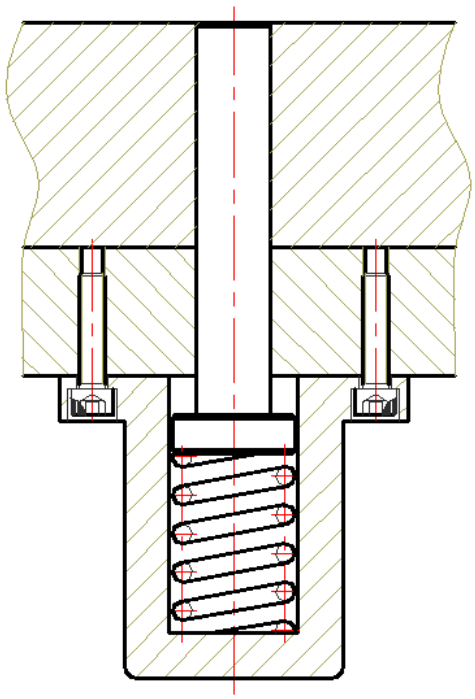
Şekil 2.13: Üst grup çıkarıcı pim ve yay



Şekil 2.14: Alt grup çıkarıcı pim



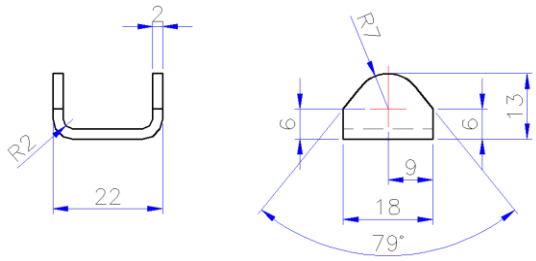
Şekil 2.15: Alt grup çıkarıcı pim yuvası ve yay



Şekil 2.16: Alt grup çıkarıcı mekanizması grup olarak çizimi

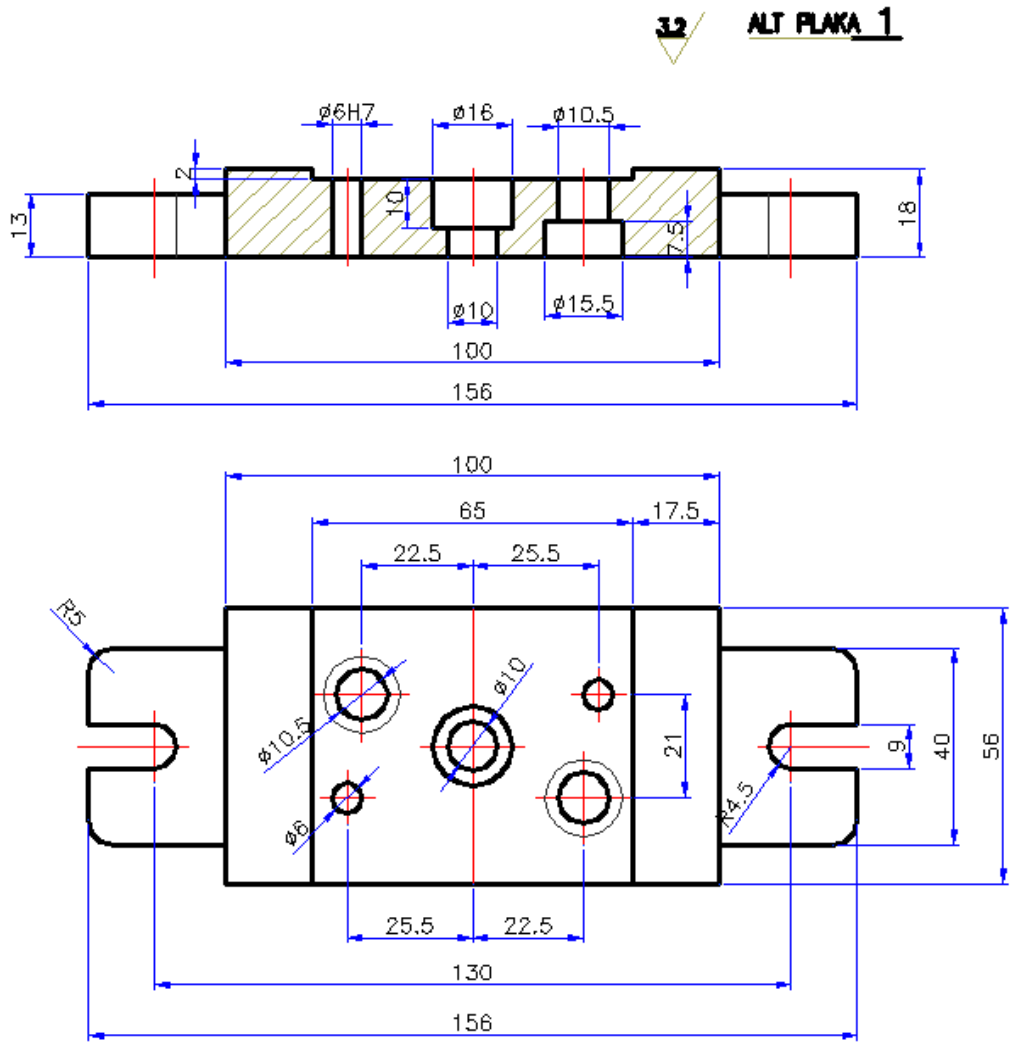
UYGULAMA FAALİYETİ

İmalat resmi verilen parçanın üretimi için gerekli bükme kalıbını tasarlayınız, imalat resimlerini çiziniz.

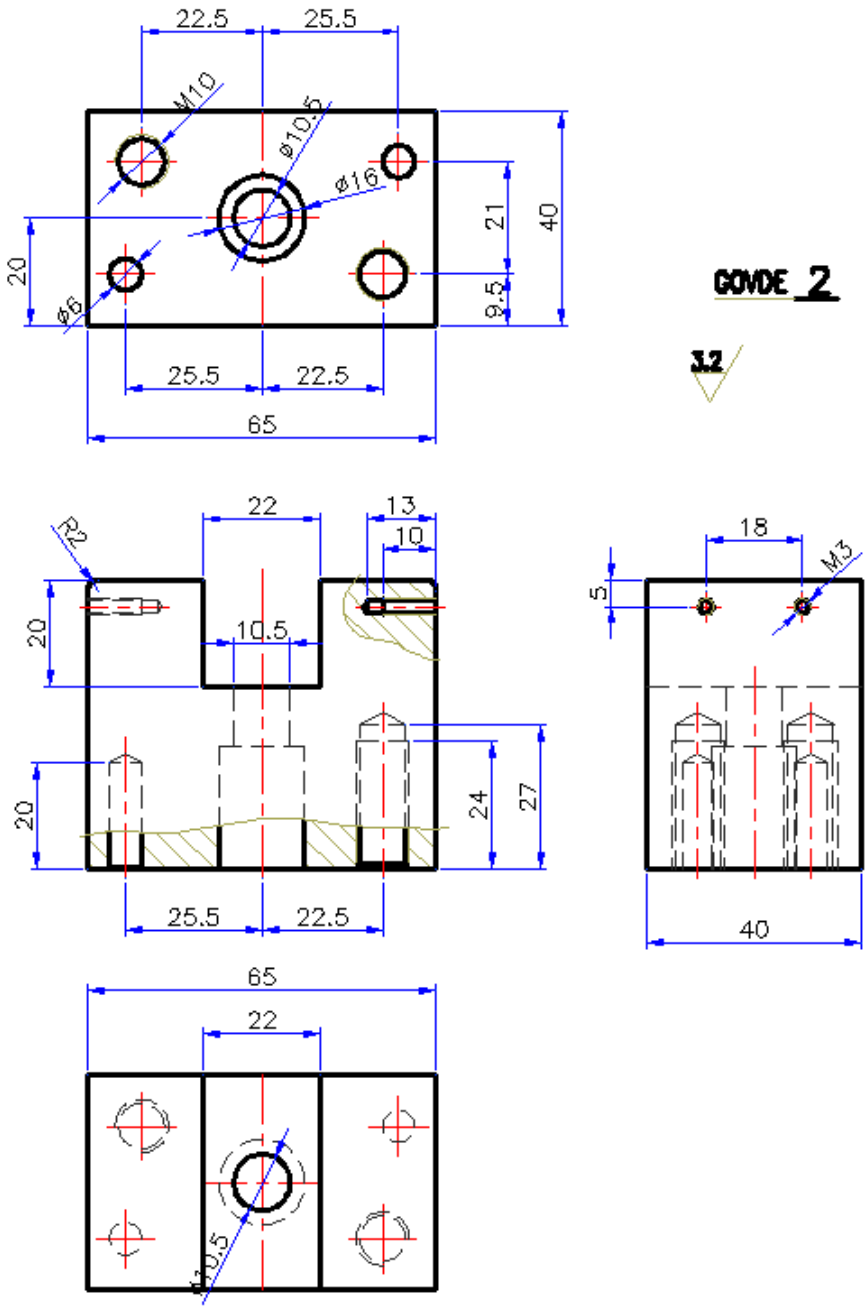


Şekil 2.17: Üretilecek sac metal parça

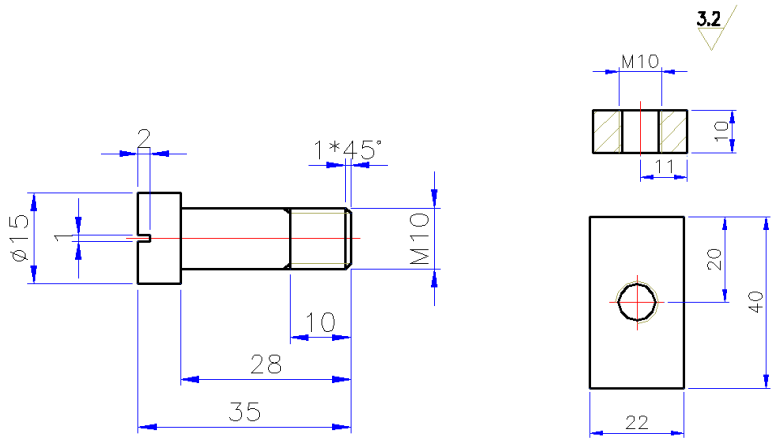
İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Bükülecek parçanın açınım boyunu bulunuz.	➢ Bükülecek parçanın boyunun tarafsız eksene göre bulunması gerektiğini unutmayınız. ➢ Doğru değişkenleri kullanmaya dikkat ediniz.
➢ Bükme kuvvetini bulunuz.	➢ Bükme çeşidine göre değişik bükme kuvvetlerinin bulunması gerektiğini unutmayınız.
➢ Dişi ve erkek zımba ölçülerini belirleyiniz.	➢ Parça şekline uygun zımba ölçülerini belirleyiniz. ➢ Dişi kalıp ölçülerini belirleyiniz.
➢ Kalıp seti elemanlarını tespit ederek ölçülendiriniz.	➢ Üretilecek parça özellik ve ölçülerine uygun kolonları tespit ediniz. ➢ Kolonlara ve parça özelliğine uygun burçları belirleyiniz. ➢ Üretilecek parça özellik ve ölçülerine uygun alt ve üst kalıp plakalarını belirleyiniz. ➢ Plaka ölçülerini belirlerken plaka ölçülerinin üzerine gelecek kuvvetleri kaldırabilecek ölçüde olmasına dikkat ediniz.
➢ Kalıp elemanlarını seçiniz.	➢ Kalıp bağlama sap ölçülerini tespit ediniz. ➢ Dayama ve merkezleme elemanlarının ölçülerini tespit ediniz. ➢ Bağlantı ve standart elemanları seçiniz. ➢ Kam sistemi uygulanacaksa çalışma yöntemini belirleyiniz.
➢ İşleme uygun itici, çıkarıcı ve sıyırıcı sistemleri belirleyiniz.	➢ Parçayı kalıptan kolay ve hasarsız çıkarabilmek için uygun çıkarıcı, itici ve sıyırıcı sistemlerini belirlemeye çalışmalısınız.
➢ Kalıp elemanları malzemelerini, özelliklerini dikkate alarak seçiniz.	➢ Kalıp imalatında kullanılacak uygun malzemeleri belirleyerek, uygulanması gereken ısıl işlemleri seçmelisiniz.



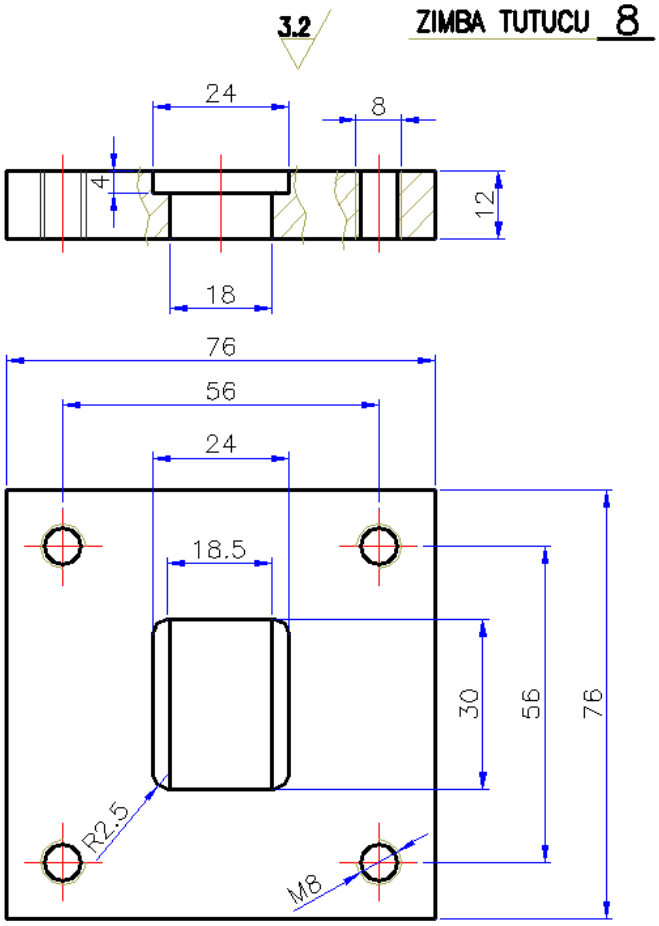
Şekil 2.18: Alt plaka



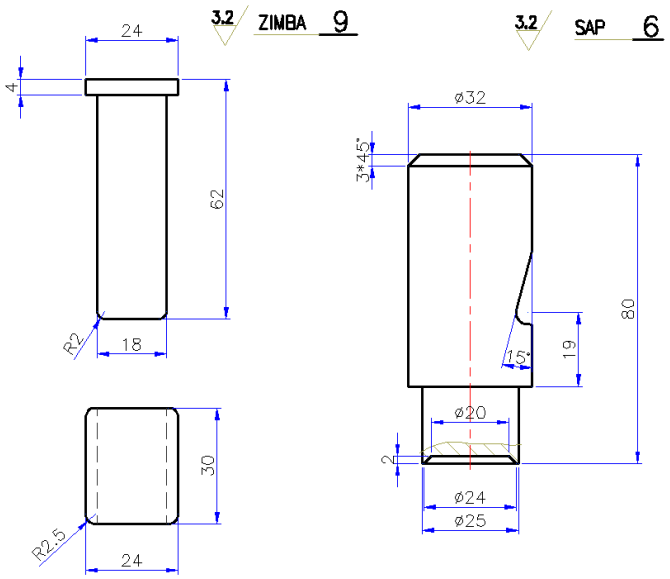
Şekil 2.19: Gövde



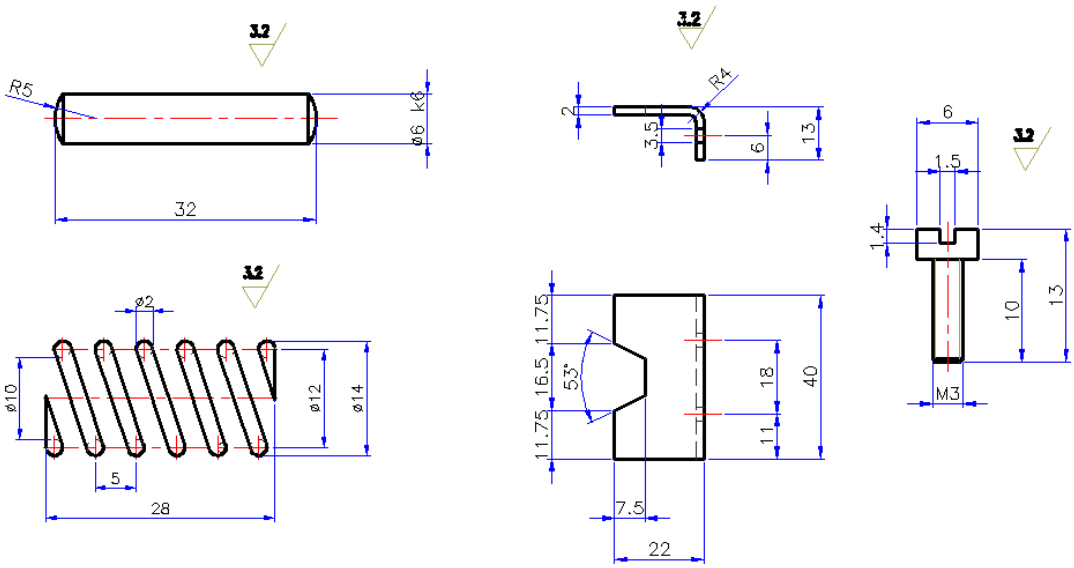
Şekil 2.20: Vida ve yastıklayıcı



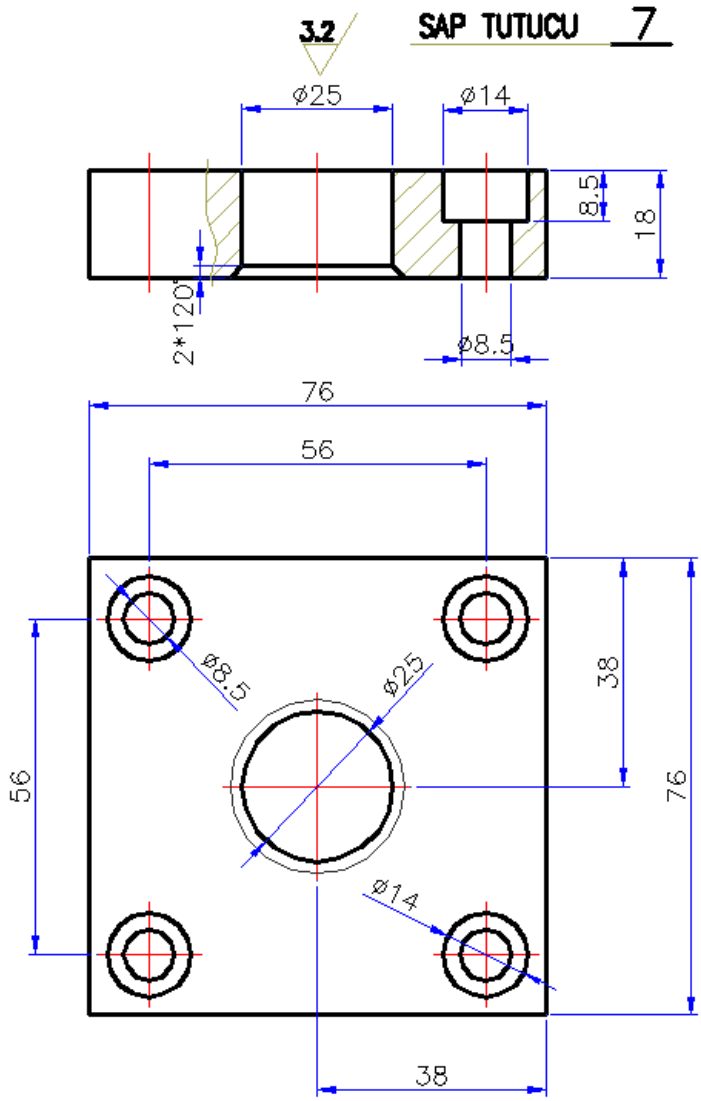
Şekil 2.21: Kalıp elemanları



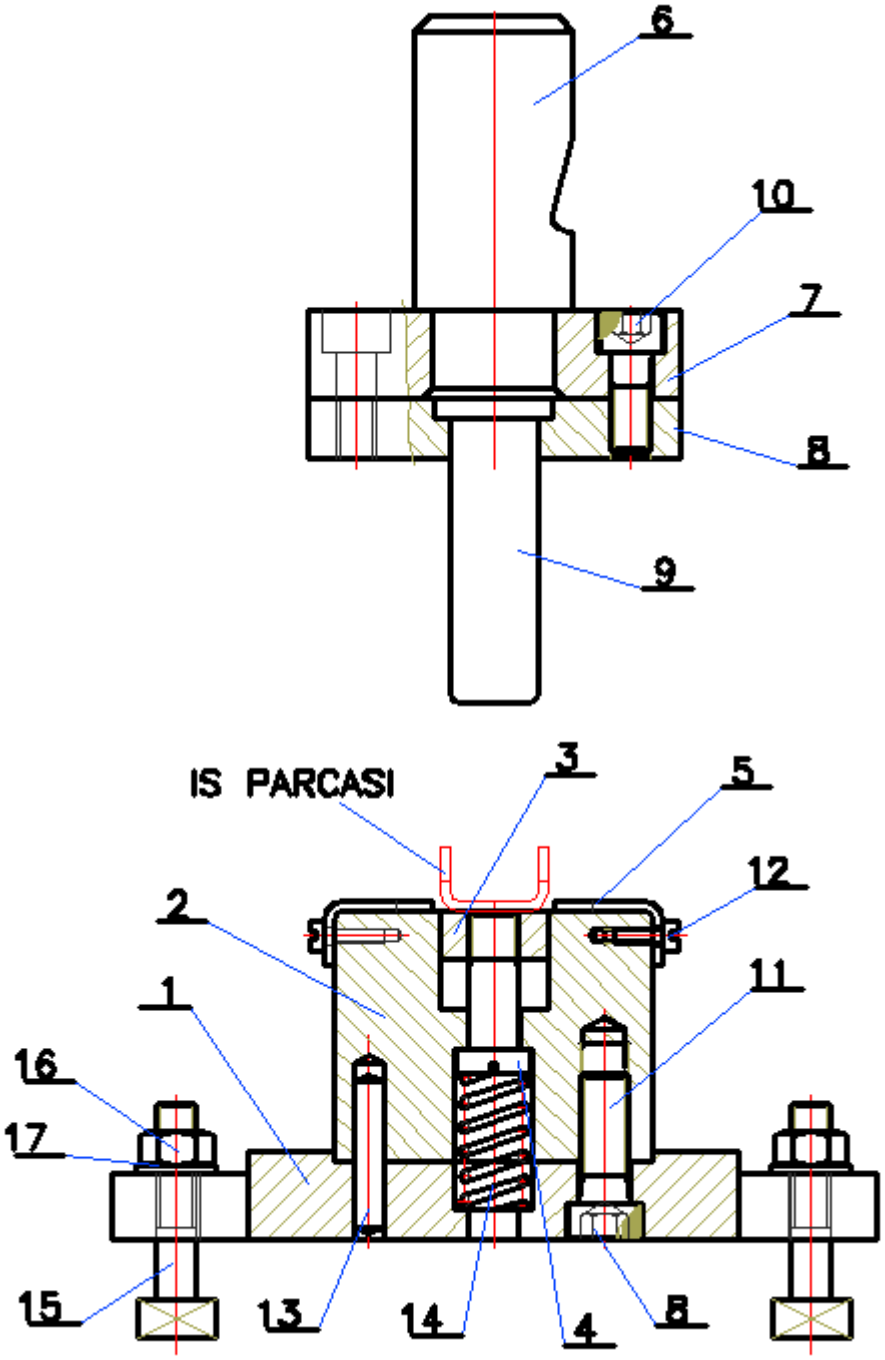
Şekil 2.22: Kalıp elemanları



Şekil 2.23: Kalıp elemanları



Şekil 2.24: Kalıp elemanları



Şekil 2.24: Kalıp komple resmi

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

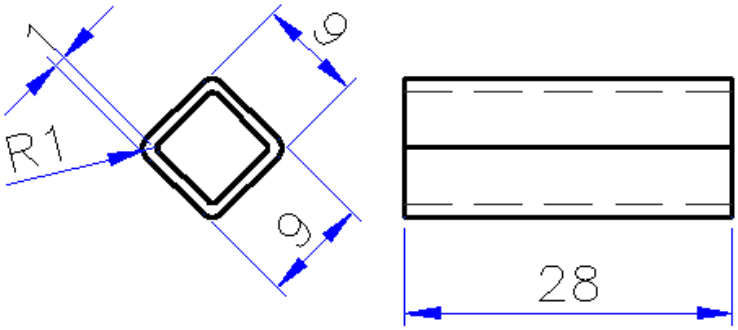
Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Parçanın açınım boyunu doğru hesaplayabildiniz mi?		
2. Dişi kalıp plakasını oluşturabildiniz mi?		
3. Erkek kalıp (zımbayı) oluşturabildiniz mi?		
4. Kalıp alt ve üst plaka boyutlarını belirlediniz mi?		
5. Dayama ve yerleştirme elemanları boyutlarını belirlediniz mi?		
6. Bükme kuvvetini hesaplayabildiniz mi?		
7. Özelliklerine göre kalıp elemanlarının malzemelerini seçtiniz mi?		
8. Kullanılacak standart kalıp elemanlarını seçtiniz mi?		
9. Parçanın kalıptan rahat çıkabilmesini sağlayacak uygun itici ve çıkarıcı sistemleri tespit edebildiniz mi?		
10. Uygulanacak ısıl işlemleri doğru belirleyebildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

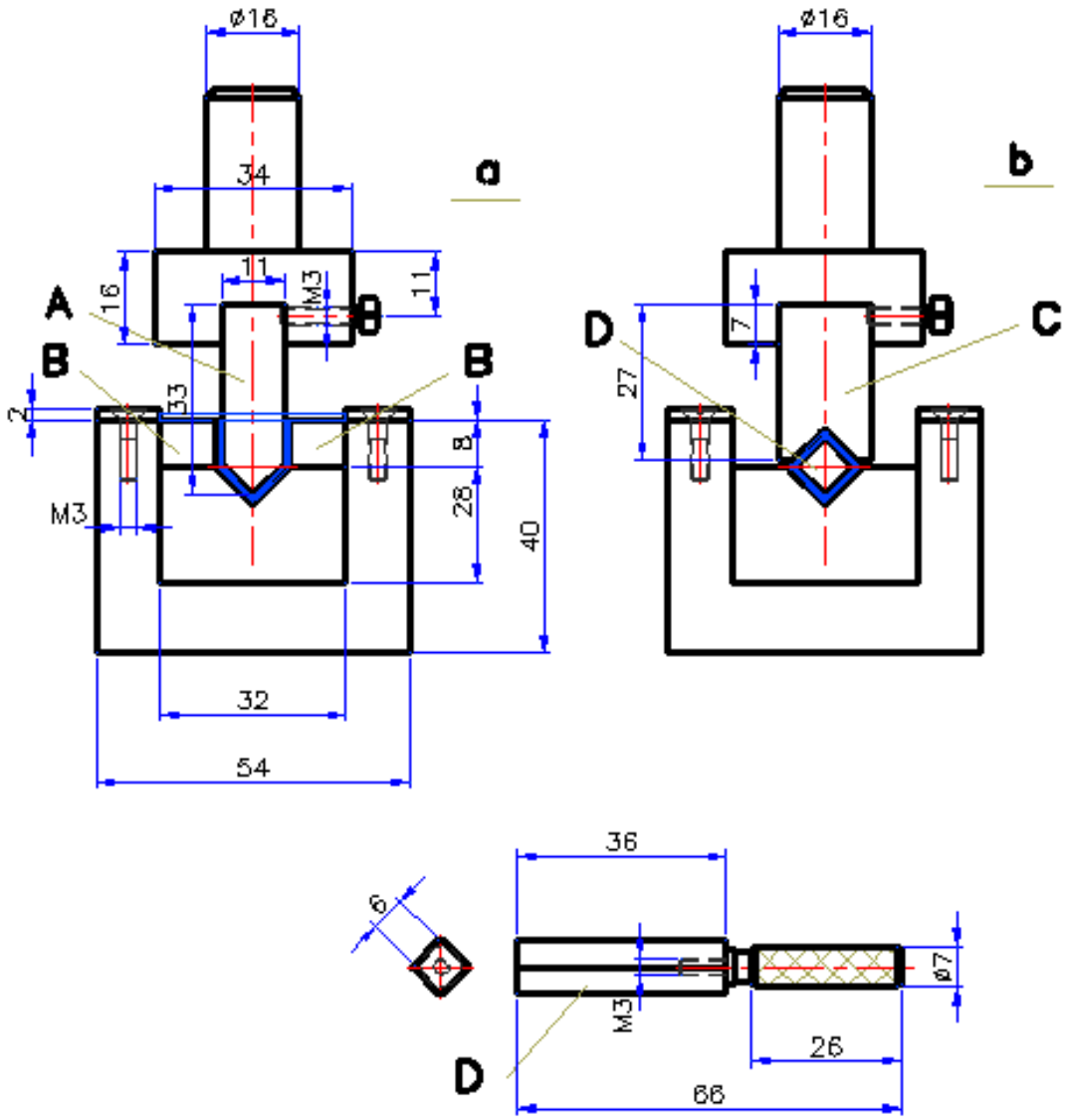
Değerlendirme sonunda "Hayır" şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız "Evet" ise "Ölçme ve Değerlendirme" ye geçiniz.

Örnek Uygulama-1

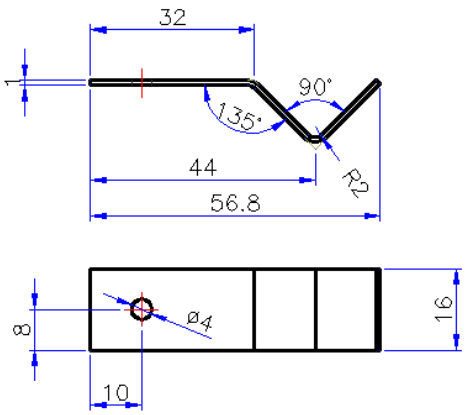
Aşağıda imalat ve komple bükme kalıp resmi verilen parçaların, kalıp imalat resimlerini hazırlayınız ve atölyenizde imal ediniz.



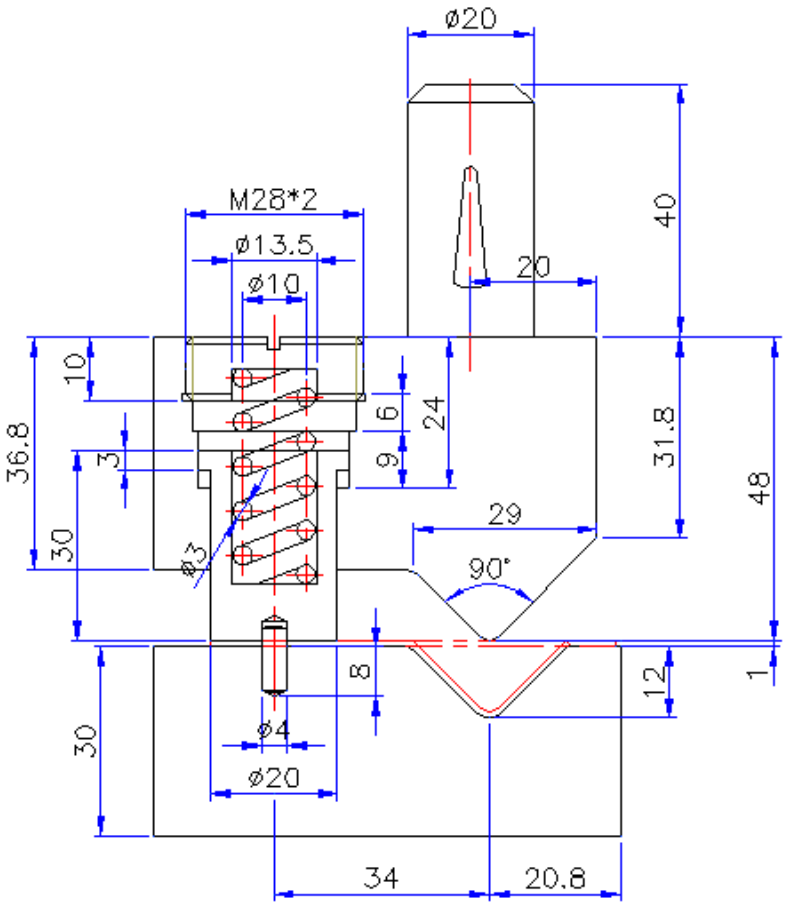
Şekil 2.25: Parça imalat resmi



Şekil 2.26: Kalıp komple resmi



Şekil 2.27: Kalıp komple resmi



Şekil 2.28: Kalıp komple resmi

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( )Bir sac parçanın açınımını çizebilmek için öncelikle bükülmüş olan sacın tarafsız eksene göre açınım boyu hesaplanmalıdır.

2. ( )Bükülecek parçanın kalınlığı ve malzemesinin cinsi bükme kuvvetini etkilemez.

3. ( )Bükülecek parçanın şekli zımba ölçülerini etkilemez.

4. ( )Kalıpta alt ve üst grubun aynı konumda hareket etmeleri bakımından kolonlar önemlidir.

5. ( )Zımba, dişi kalıp, kolon, kolon burcu vb. malzemeler ısıl işleme tabii tutulmaz.

6. ( )Kalıp elemanlarının boyutlandırılması yapılırken, uygulanacak bükme kuvveti her zaman dikkate alınır.

7. ( )Parçayı kalıptan kolay ve hasarsız çıkarabilmek için uygun çıkarıcı, itici ve sıyırıcı sistemleri tasarlanır.

8. ( )Kalıp parçalarının malzemeleri belirlenirken kalıp parçasının görevi önemsizdir.

9. ( )Dayamalar, yerleştirme elemanları zamandan ve işçilikten tasarruf etme yönüyle önemlidir.

10. ( )Standart elemanlar seçmek ve kullanmak; kalıp maliyeti, zaman süreklilik bakımından önemsizdir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız ve doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme ve uygulama faaliyetlerini tekrarlayınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ–3

AMAÇ

Bu faaliyette verilecek bilgiler doğrultusunda gerekli ortam sağlandığında, tekniğine uygun bükme kalıplarının montaj resimlerini, resim kurallarına uygun çizebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

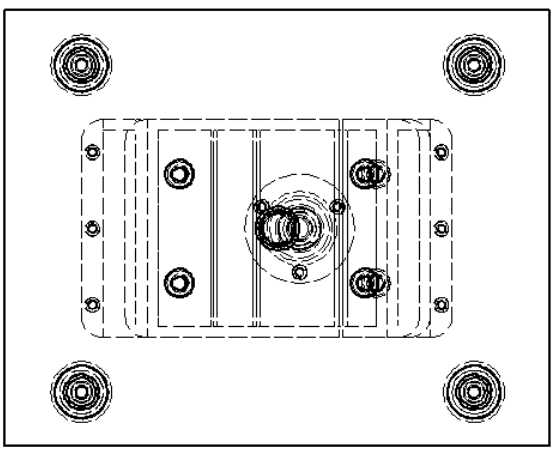
- Kalıpların montaj resimlerinin çizimlerinde dikkat edilmesi gereken hususları araştırınız.
- İmalatta kullanılan standart bağlantı eleman çeşitlerini araştırınız.
- Mekanizma montajında sıralama tekniğini araştırınız.

3. KALIP KOMPLE RESİMLERİNİ ÇİZME

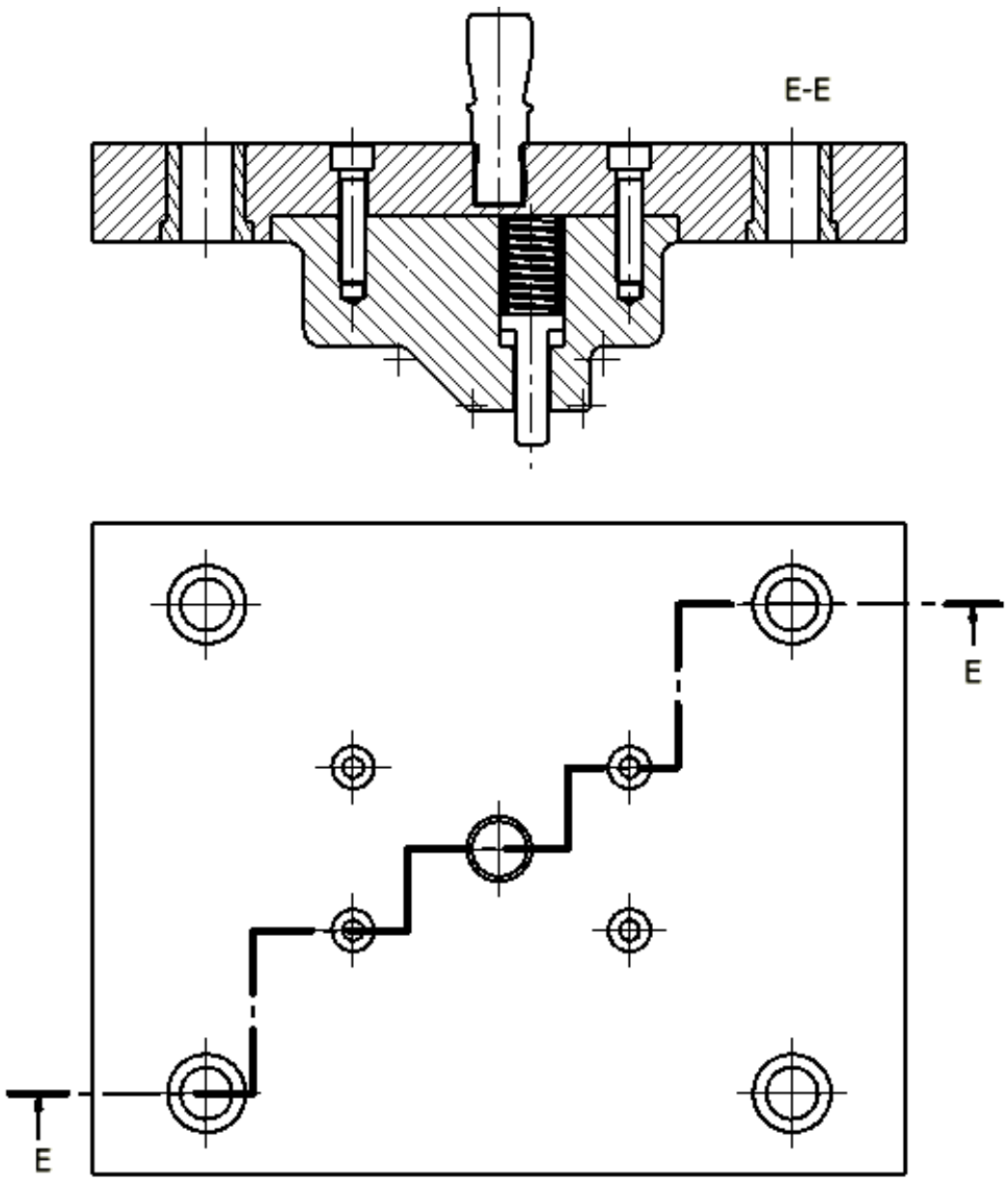
3.1. Kalıp Komple (montaj) Resmini Çizme

3.1.1. Kalıp Üst Grup Görünüşlerini Çizme

Grup montaj resmi, çok sayıda gruptan oluşan komple kalıpların her grubunun ayrı çizilebildiği resimlerdir.

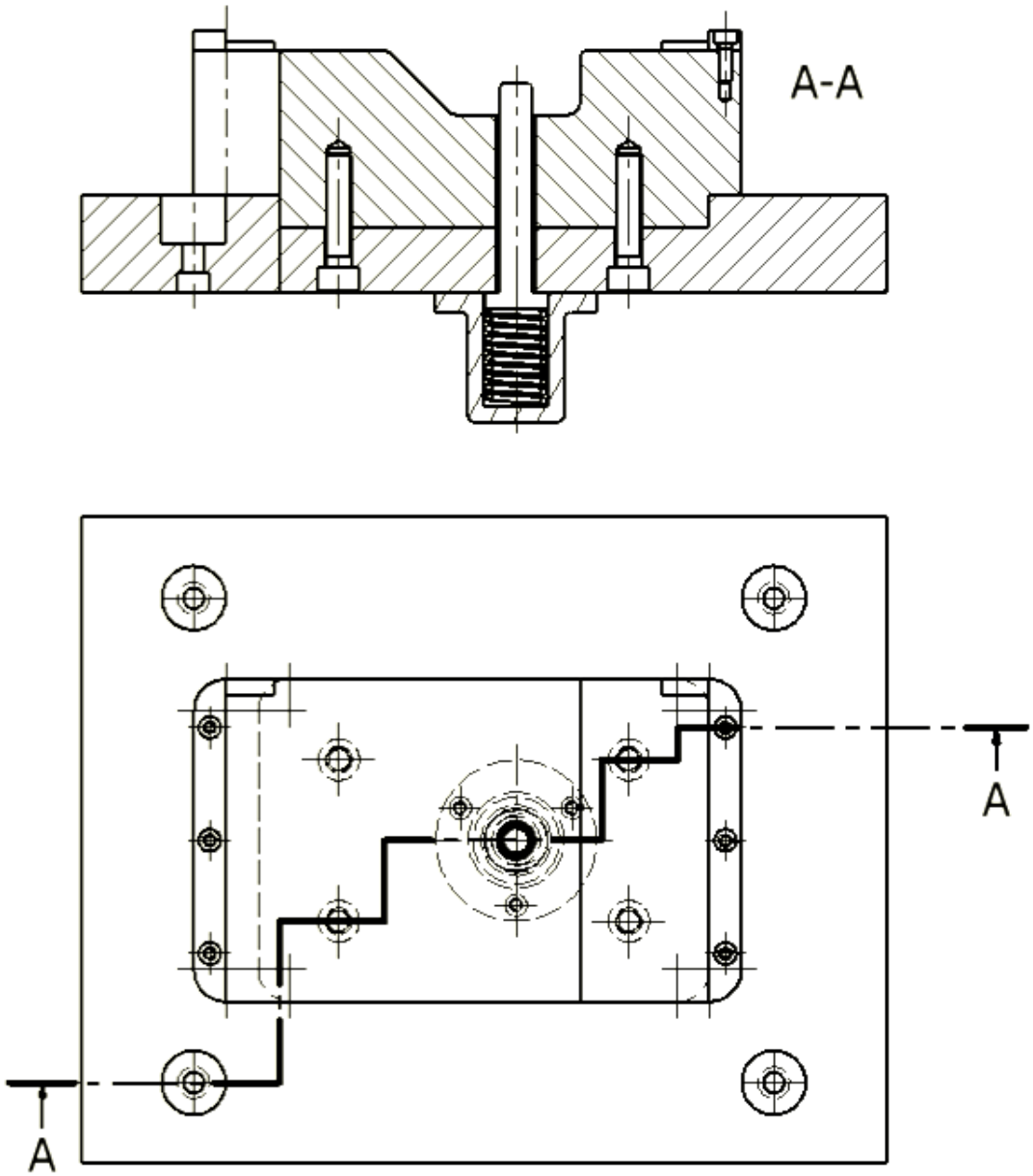


Şekil 3.1: Kalıp üst grup görünüşünün çizilmesi



Şekil 3.2: Kalıp üst grup görünüşünde kesit alma

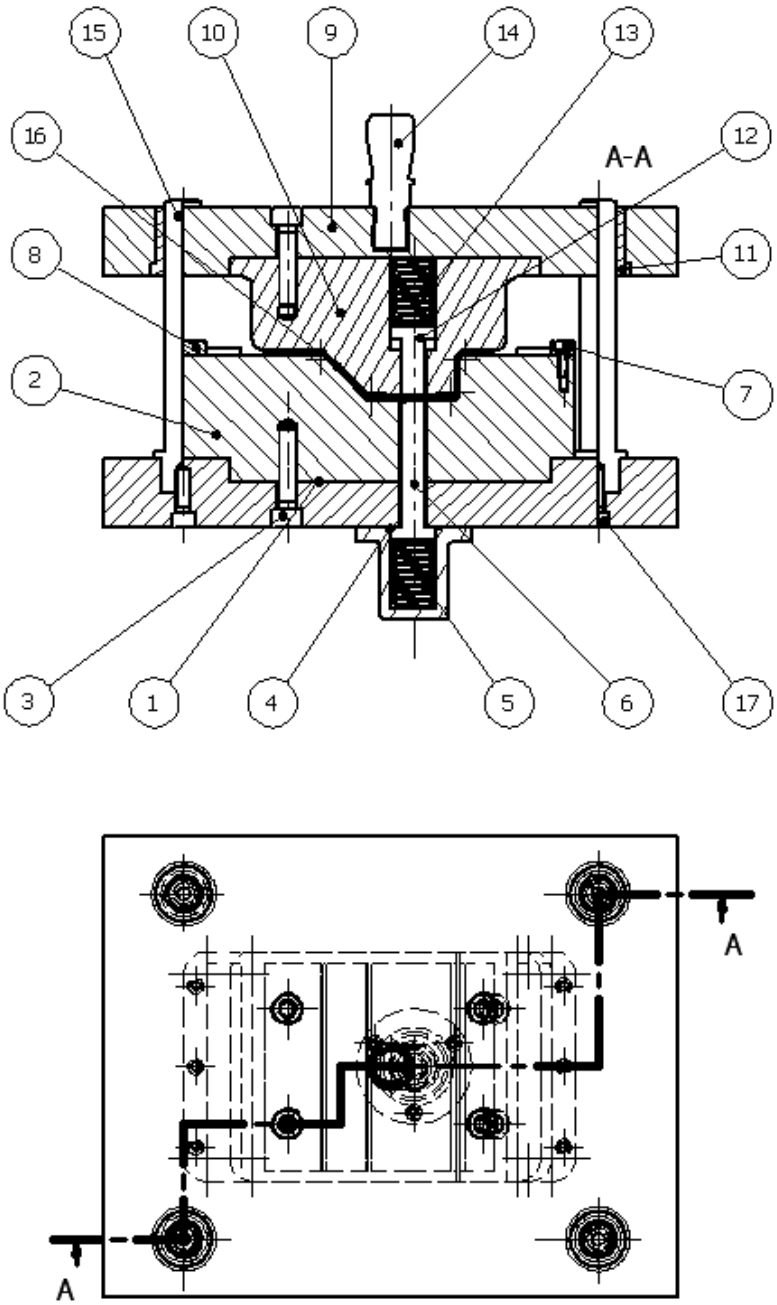
3.1.2. Kalıp Alt Grup Görünüşlerini Çizme



Şekil 3.3: Kalıp alt grup görünüşünün çizilmesi

3.1.3. Komple (montaj) Çizimini Numaralandırılma

Komple resmi oluşturan bütün parçalara montaj(takılma) sırasına göre numara verilir.



Şekil 3.4: Kalıp komple resmini numaralandırma

3.1.4. Yazı (antet) Alanını Çizip Doldurma

Komple resimlerde yazı alanı, gerekli bilgilerin verilmesi amacıyla iki ayrı bölümde ele alınır. Bunlardan birinci bölüm Başlık, ikinci bölüm ise Parça Listesi olarak adlandırılır.

Bir başlık, resim kâğıdının sağ alt köşesinde yer alır. Montaj resimlerinde ise parça listesiyle birlikte kullanılır. Başlık kullanma yeri ve amacına göre düzenlenebilir.

Bir başlıkta yer alması gereken bilgiler aşağıda verilmiştir:

- Kurumun adı ve sembolü
- Resim numarası
- Parçanın veya işin adı
- Çizilen resmin ölçeği
- Çizilen resimle ilgili tarihler
- Sorumlu kişilerin adları ve soyadları
- Sorumlu kişilerin imzaları

42	Toplam Parça Sayısı				
4	Allen Başlı Civata - M6 x 20	ISO 4762	17	8.8	Hazır
1	Saç Parça	BK-2006-16	16	Ç1020	
4	Klavuz Kolonu	BK-2006-15	15	Ç1040	
1	Kalıp Sapı	BK-2006-14	14	Ç1060	
1	Basma Yayı	BK-2006-13	13	38 Si 7	Hazır
1	Üst İtici	BK-2006-12	12	Ç1060	
4	Burç	BK-2006-11	11	Ç1020	
1	Bükme Zımbası	BK-2006-10	10	Ç2080	
1	Üst Plaka	BK-2006-09	9	Ç1040	
2	Dayama	BK-2006-08	8	Ç1020	
9	Allen Başlı Civata - M4 x 12	ISO 4762	7	8.8	Hazır
1	Alt İtici	BK-2006-06	6	Ç1060	
1	Alt İtici Basma Yayı	BK-2006-05	5	38 Si 7	Hazır
1	Alt İtici Mekanizması	BK-2006-04	4	Ç1040	
8	Allen Başlı Civata - M8 x 35	ISO 4762	3	8.8	Hazır
1	Dişi Bükme Kalıbı	BK-2006-02	2	Ç 2080	
1	Alt Plaka	BK-2006-01	1	Ç 1040	
Sayı	Adı ve Açıklamalar	Resim Nu Standar N	Parça N	Malzeme	Açıklamalar

	Adı Soyadı	İmza	Tarih	Sayı
Çizen				
Kontrol				
Stan. Kont.				

Ölçek		Resim Nr.
1 / 1		BK-2 -00

Şekil 3.5: Komple resim yazı alanı ve parça listesini doldurma

UYGULAMA FAALİYETİ

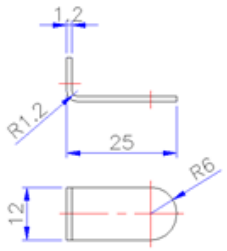
Aşağıdaki işlem basamaklarını dikkate alarak gerekli çalışmayı yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Bükülecek parçanın açınım boyunu bulunuz.	➢ Bükülecek parçanın boyunun tarafsız eksene göre bulunması gerektiğini unutmayınız. ➢ Doğru değişkenleri kullanmaya dikkat ediniz.
➢ Bükme kuvvetini bulunuz.	➢ Bükme çeşidine göre değişik bükme kuvvetlerinin bulunması gerektiğini unutmayınız.
➢ Dişi ve erkek zımba ölçülerini belirleyiniz.	➢ Parça şekline uygun zımba ölçülerini belirleyiniz. ➢ Dişi kalıp ölçülerini belirleyiniz.
➢ Kalıp seti elemanlarını tespit ederek ölçülendiriniz.	➢ Üretilecek parça özellik ve ölçülerine uygun kolonları tespit ediniz. ➢ Kolonlara ve parça özelliğine uygun burçları belirleyiniz. ➢ Üretilecek parça özellik ve ölçülerine uygun alt ve üst kalıp plakalarını belirleyiniz. ➢ Plaka ölçülerini belirlerken plaka ölçülerinin üzerine gelecek kuvvetleri kaldırabilecek ölçüde olmasına dikkat ediniz.
➢ Kalıp elemanlarını seçiniz.	➢ Kalıp bağlama sap ölçülerini tespit ediniz. ➢ Dayama ve merkezleme elemanlarının ölçülerini tespit ediniz. ➢ Bağlantı ve standart elemanları seçiniz. ➢ Kam sistemi uygulanacaksa çalışma yöntemini belirleyiniz.
➢ İşleme uygun itici, çıkarıcı ve sıyırıcı sistemleri belirleyiniz.	➢ Parçayı kalıptan kolay ve hasarsız çıkarabilmek için uygun çıkarıcı, itici ve sıyırıcı sistemleri belirlemeye çalışınız.
➢ Kalıp elemanları malzemelerini, özelliklerini dikkate alarak seçiniz.	➢ Kalıp imalatında kullanılacak uygun malzemeleri belirleyerek, uygulanması gereken ısıl işlemleri seçmelisiniz.
➢ Kalıp resimlerinin çiziniz.	➢ CAD programı kullanarak imalat resimlerini çiziniz. ➢ Çizimlerinizi ölçülendiriniz.
➢ Kalıpların komple (montaj) resimlerinin çiziniz.	➢ Kalıbın, komple alt ve üst grup resimlerini çiziniz. ➢ Standart eleman kullanmaya dikkat ediniz. ➢ Parçaları numaralandırılmalı ve parça listesini doldurmalısınız.
➢ Kesit alınız.	➢ Kesiti alınacak görünüş işaretlenmelidir. ➢ Alınacak kesit tipine karar verilmeli (tam,

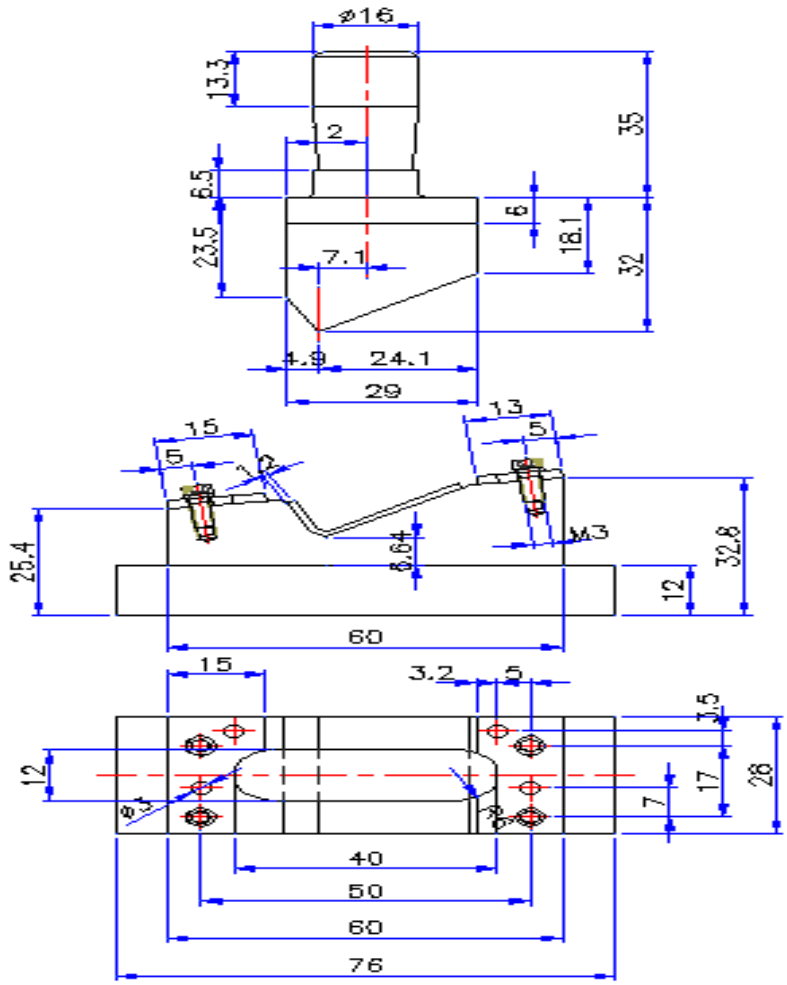
	yarım, kademeli ya da hizalı kesit). ➢ Kesit doğrultusu belirlenmeli. ➢ Kesit görünüşün yeri belirlenmeli.
➢ Sac parçaların çizimini yapınız.	➢ Sac parça çizim ortamına geçerek, üretilecek olan sac parçanın çizimini yapabilir, parçanın açınımını alabilirsiniz.
➢ Çizilen resimlerin çıktısını alınız.	➢ Çizimlerinizi kontrol ediniz. ➢ Yazıcı ayarlarını yaparak resim çıktılarını alınız.

Örnek Uygulama-1

İmalat resmi verilen parça için bükme kalıbı tasarlayarak detay ve montaj resimlerini çiziniz.



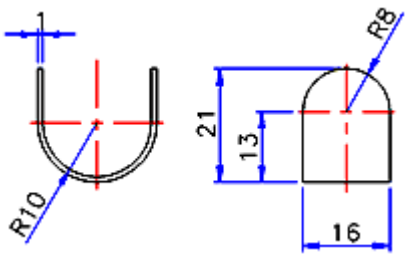
Şekil 3.6: Parça imalat resmi



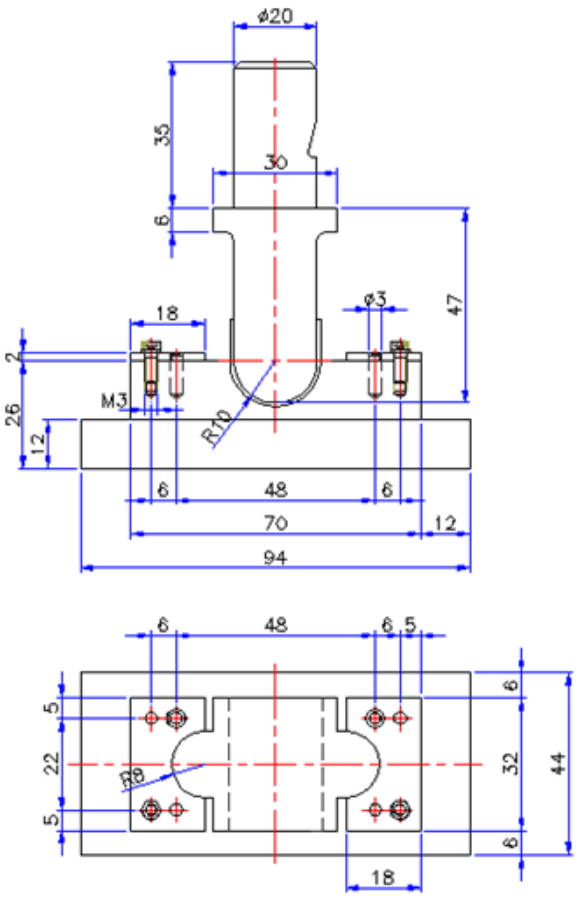
Şekil 3.7: Bükme kalıp komple resmi

Örnek Uygulama-2

İmalat resmi verilen parça için bükme kalıbı tasarlayarak detay ve montaj resimlerini çiziniz.



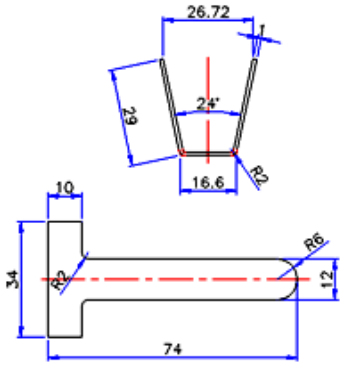
Şekil 3.8: Parça imalat resmi



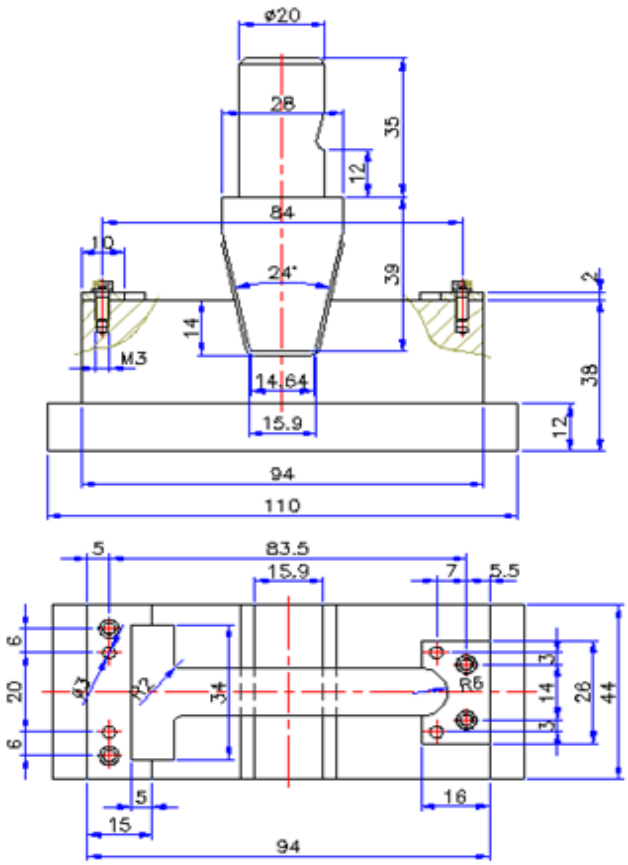
Şekil 3.9: Bükme kalıp komple resmi

Örnek Uygulama-3

İmalat resmi verilen parça için bükme kalıbı tasarlayarak detay ve montaj resimlerini çiziniz.



Şekil 3.10:Parça imalat resmi



Şekil 3.11: Bükme kalıp komple resmi

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız becerileri Evet, kazanamadığınız becerileri Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Parçanın açınım boyunu doğru hesaplayabildiniz mi?		
2. Dişi kalıp plakasını oluşturabildiniz mi?		
3. Erkek kalıp (zımbayı) oluşturabildiniz mi?		
4. Kalıp alt ve üst plaka boyutlarını belirlediniz mi?		
5. Dayama ve yerleştirme elemanları boyutlarını belirlediniz mi?		
6. Bükme kuvvetini hesaplayabildiniz mi?		
7. Özelliklerine göre kalıp elemanlarının malzemelerini seçtiniz mi?		
8. Kullanılacak standart kalıp elemanlarını seçtiniz mi?		
9. Parçanın kalıptan rahat çıkabilmesini sağlayacak uygun itici ve çıkarıcı sistemleri tespit edebildiniz mi?		
10. Uygulanacak ısıl işlemleri doğru belirleyebildiniz mi?		
11. Parçayı sac model ortamında çizebildiniz mi?		
12. Parçanın üretimi için gerekli bükme kalıbını üç boyutlu katı model olarak çizebildiniz mi?		
13. Çizilen kalıp parçalarının bilgisayar ortamında montajını yapabildiniz mi?		
14. Çizdiğiniz kalıbın teknik resim görünüşlerini oluşturabildiniz mi?		
15. Kalıbın parça listesini oluşturabildiniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. ( )Teknik resim üzerinde parçalar, tek tek veya birlikte ele alınarak kalıbı bir bütün olarak incelememizi ve üretebilmemizi sağlayacak tüm bilgileri bize sağlamalıdır.

2. ( )Grup montaj resmi, çok sayıda gruptan oluşan komple kalıpların her grubunun ayrı çizilebildiği resimlerdir.

3. ( )Komple resimlerde yazı alanı, gerekli bilgilerin verilmesi amacıyla iki ayrı bölümde ele alınır. Bunlardan birinci bölüm Başlık, ikinci bölüm ise Parça Listesi olarak adlandırılmaz.

4. ( )Komple resmi oluşturan bütün parçalara montaj(takılma) sırasına göre numara verilmez.

5. ( )Komple bir sisteme ve detaylarına ait çizilen resimlere, birer resim numarası verilmelidir.

6. ( )İmal edilecek parça biçimine göre bükme kalıbı için ön taslak çalışması yapılır. Değerlendirme sonucunda imalat ve komple resim çizimine başlanır.

7. ( )Standart makine elemanları seçmek ve kullanmak kalıp imalatında önemsizdir.

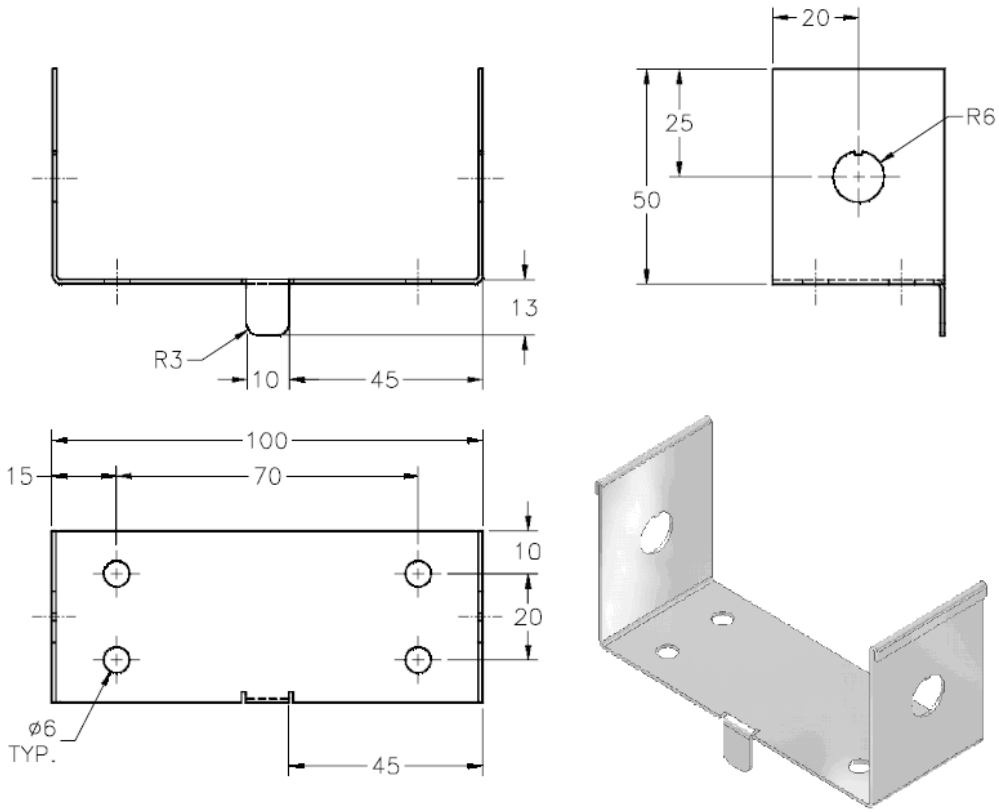
8. ( )İmal edilecek parçaların daha iyi anlaşılması için çizimde kesitler alınmaz.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru “Modül Değerlendirme” ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıda teknik resmi verilen sac parçanın imalatı için bükme kalıbı tasarlayarak atölyenizde imal ediniz.



Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Tasarladığınız bükme kalıbının tüm parçalarının imalat resimlerini CAD ortamında çizdiniz mi?		
2. Kalıp parçalarına ait CAM programını seçtiniz mi?		
3. Kütük sıfır ve referans noktalarını belirlediniz mi?		
4. İşleme yöntem ve çeşidini seçtiniz mi?		
5. İşlem yapılacak yüzeyleri belirlediniz mi?		
6. Kesici takımları seçtiniz mi?		
7. Operasyon sırasını oluşturdunuz mu?		
8. Takım yolunu oluşturdunuz mu?		
9. NC kodlarının üretimini yaptınız mı?		
10. Parçaların simülasyonlarını gördünüz mü?		

11.NC kodlarını ilgili makineye aktardınız mı?		
12. Dişi bükme plakasını işlediniz mi?		
13. Alt kalıp plakasını işlediniz mi?		
14.Kılavuz kolonları işlediniz mi?		
15.Çıkarıcı sistem elemanlarını işlediniz mi?		
16. Dayamaları(yerleştirme elemanlarını)işlediniz mi?		
17.Bükme zımbasını işlediniz mi?		
18.Zımba tutucu plakasını işlediniz mi?		
19. Kalıp üst plakasını işlediniz mi?		
20.Kılavuz kolon burçlarını ve tutucularını işlediniz mi?		
21.Düşürücü sistem ve elemanlarını işlediniz mi?		
22. Kalıp bağlama sapını işlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ–1'İN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	C
3	D
4	D
5	Bükme
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Yanlış
10	Doğru

ÖĞRENME FAALİYETİ–2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Yanlış
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Doğru
10	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ–3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Yanlış

KAYNAKÇA

- ERİŞKİN Yakup, **Uygulamalı Sac Metal Kalıp Konstrüksiyonu**, Gazi Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Ankara 1986.
- BAĞCI Mustafa, Sezgin İlhan, Ercan Fevzi, **Temel Kalıp Yapımı**, Yüksek Teknik Öğretmen Okulu, Ankara 1977.
- BAĞCI Mustafa, Sezgin İlhan, Ercan Fevzi, **İleri Kalıp Yapımı**, Yüksek Teknik Öğretmen Okulu, Ankara 1977.
- KIRMIZI Coşkun, **Çizimlerle Kalıp Örnekleri**, Konya 1987.